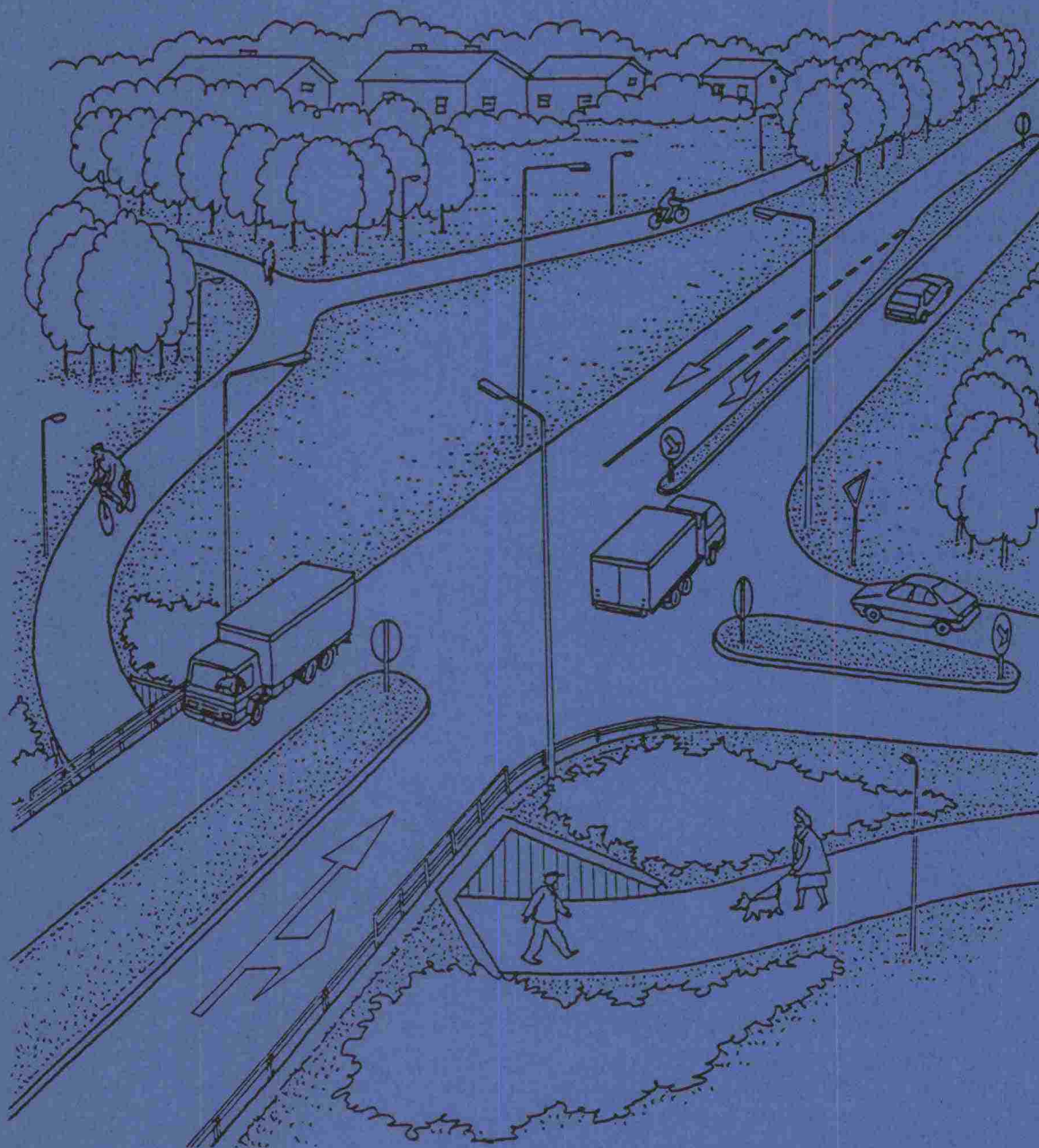


# TIENPITOTOIMENPITEIDEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN - YHTEENVETORAPORTTI



TIEHALLITUS  
Suunnitteluosasto  
Tutkimuskeskus

VIATEK OY

HELSINKI 1990

TIEH 701875



# **TIENPITOTOIMENPITEIDEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN - YHTEENVETORAPORTTI**

**TIEHALLITUS  
Suunnitteluosasto  
Tutkimuskeskus**

**VIATEK OY**

**HELSINKI 1990**

**TIEH 701875**



Tätä julkaisua myy  
Tiehallitus, Lomakevarasto  
PL 33  
00521 Helsinki  
Puh. 90-1541

ISBN 951-47-2698-7

Valtion painatuskeskus  
Pasilan VALTIMO  
Helsinki 1990



# SISÄLLYSLUETTELO

## ALKUSANAT

## JOHDANTO

### A. KEVYTLLIKENTEN JÄRJESTELYT

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | SUOJATIEJÄRJESTELYT<br>KOROKKE SUOJATIELLE<br>SUOJATIEN VALO-OHJAUS<br>SUOJATIEN VALAISTUS | 1 |
| 2. | KEVYTLLIKENTEN VÄYLÄ<br>KEVYTLLIKENTEN ERITASO   | 3 |

### B. LIIKENTEN OHJAUS

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 3. | NOPEUSRAJOITUKSET  | 5  |
| 4. | TIEMERKINNÄT (AJORADAN REUNAVIIVAN JA<br>KESKIVIIVAN MERKITSEMINEN)          | 6  |
| 5. | NOPEUSSUOSITUS KAAARTEESSA<br>REUNAPPAALUT<br>TAUSTAMERKIT<br>OPTINEN OHJAUS | 8  |
| 6. | KAISTAKOHTAINEN OHJAUS   | 10 |
| 7. | LIIKENTEN VALO-OHJAUS  | 11 |
| 8. | KÄRKIKOLMION ASETTAMINEN<br>STOP-MERKIN ASETTAMINEN                          | 13 |

### C. LIITTYMIEN PARANTAMINEN

- |     |                                    |    |
|-----|------------------------------------|----|
| 9.  | LIITTYMÄN KANAVOINTI<br>VÄISTÖTILA | 15 |
| 10. | LIITTYMÄN PORRASTAMINEN            | 17 |
| 11. | ERITASOLIITTYMÄT                   | 19 |
| 12. | KIERTOLIITTYMÄT                    | 20 |

### D. TAAJAMIEN LIIKENNEJÄRJESTELYT

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 13. | TAAJAMATEIDEN STANDARDI JA MAANKÄYTTÖ         | 22 |
| 14. | LIIKENNESANEERAUS                             | 24 |
| 15. | PIHAKADUT, HIDASKADUT<br>NOPEUKSIEN ALENTIMET | 26 |

## **E. TIEN PARANTAMINEN**

16.	MOOTTORITIE JA MOOTTORILIIKENNETIEN RAKENTAMINEN	28
17.	TIEN LEVENTÄMINEN	30
18.	OHITUSKAISTAT	32
19.	YKSITYISTIEJÄRJESTELYT	34
20.	SUUNTAUKSEN PARANTAMINEN NÄKEMÄT	36
21.	YMPÄRISTÖN PEHMENNYS	38
22.	TIEVALAISTUS	40

## **F. RAUTATIE TASORISTEYKSET**

23.	STOP-MERKIT VALO- JA ÄÄNIOPASTEET PUOLIPUOMIT ERITASORISTEYS	42
-----	---	----

## **G. KUNNOSSAPITO**

24.	LIUKKAUDEN TORJUNTA	44
25.	PÄÄLLYSTIEN KUNTO	46

## **H. HIRVIELÄINONNETTOMUUKSIEN TORJUNTA**

26.	HIRVIAIDAT VAROITUSLAITTEET NÄKEMÄRAIVAUKSET	47
-----	--	----

<b>KIRJALLISUUSLUETTELO</b>	48
-----------------------------	----

## **LIITTEET 1 - 3**

### **TIENPITOTOIMENPITEIDEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN**

1. Effektkatalog 1989:16
2. Elvik 1988
3. Barbaresso 1982

## ALKUSANAT

Selvityksen tarkoituksena on ollut koota yhteen käytettävissä olevia tietoja eri tienpitotoimenpiteiden vaikutuksista liikenneturvallisuuteen. Selvitys on tarkoitettu palvelemaan paitsi liikenneturvallisuustyön asiantuntijoita, myös niitä tutkijoita, suunnittelijoita ja päätöksentekijöitä, jotka haluavat yleiskuvan eri tienpitotoimenpiteiden liikenneturvallisuusvaikutuksista.

Selvitys on tehty referoimalla pääasiassa vuoden 1970 jälkeen julkaistuja tärkeimmiksi katsottuja ja saatavilla olleita suomalaisia ja muita pohjoismaisia tutkimuksia. Muita ulkolaisia tutkimustuloksia on käytetty vain täydentävänä tietona.

Tienpitotoimenpiteet on jaoteltu aihepiireihin, joista kustakin on tässä yhteydessä esitetty keskeisimmät tulokset sisältävä lyhyt tiivistelmä. Laajemmat tulokset tutkimuksista on esitetty julkaisussa "Tienpitotoimenpiteiden vaikutus liikenneturvallisuuteen" (TIEH 701874). Lopuksi on liitteenä esitetty yhteenveotaulukko kolmesta keskeisestä lähdeteoksesta.

Työ perustuu vuosina 1986 - 87 kerättyyn aineistoon, jota on täydennetty ja viimeistelty vuosina 1988 - 89. Työ on tehty tiehallituksen tutkimuskeskuksen toimesta Viatek Oy:ssä.

Apulaisjohtaja



Kirill Härkänen



## JOHDANTO

Esitetyt tutkimustulokset koskevat ensisijaisesti yleisiä teitä taajamien ulkopuolella ja osittain myös taajamissa. Toimenpiteiden vaikutuksia on tarkasteltu lähinnä liikenneturvallisuusnäkökulmasta. Mahdollisiin muihin vaikutuksiin on puututtu vain lyhyesti.

Aineisto perustuu pääosin ennen- jälkeen tutkimuksiin. Useimmiten uudet tutkimustulokset vahvistavat ja tarkentavat vanhemmista tutkimuksista saatua tietoa. Joidenkin toimenpiteiden osalta käsitykset ovat muuttuneet tai ovat ristiriitaisia. Laajempien toimenpiteiden tarkastelu perustuu enimmäkseen arvioihin, sen sijaan yksittäisten toimenpiteiden vaikutuksista on ollut saatavissa mittaustuloksia.

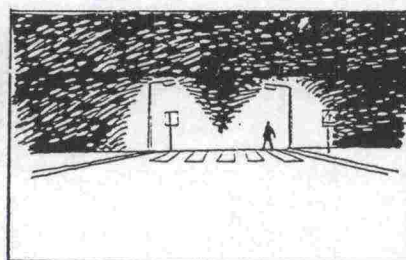
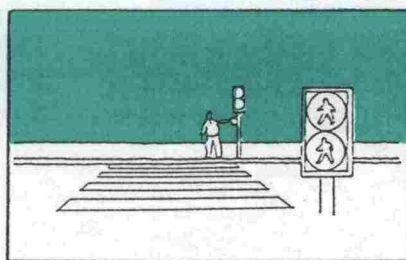
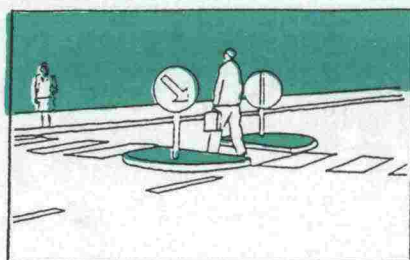
Onnettomuuksien vähenemistä kuvaavat prosentit ovat kirjallisuudesta saatuja keskimääräisiä arvioita onnettomuusvähenemälle. Vaikutuslukuihin liittyy suuria epävarmuustekijöitä ja lukuja voidaan pitää vain suuntaa antavina. Jos liikenneturvallisuuden parannuskohteet on valittu lyhyen ajanjakson suurehkon onnettomuusmäärän perusteella, on valituksi saattanut tulla kohteita, joissa onnettomuusmäärä on ollut satunnaisvaihtelusta johtuvaa. Tällaisissa kohteissa onnettomuusmäärä saattaa alentua satunnaisvaihtelun vuoksi ilman toimenpiteitäkin. Tätä nk. keskiarvonpalautumisilmiötä ei vanhemmissa tutkimuksissa ole huomioitu. Onnettomuuskehitykseen saattavat myös vaikuttaa liikenneverkossa ja liikennemäärässä onnettomuustarkastelun jälkeen tapahtuneet muutokset sekä paikalliset olosuhteet. Eri tutkimusten tulokset saattavat siten poiketa toisistaan. Jos tulosten on todettu olevan ristiriitaisia, on vaikutuslukupien arvioinnissa käytetty viimeisimpien tutkimusten tietoja.

Kustannustiedot ovat vuoden 1989 hintatasossa tienrakennuskustannusindeksin arvon 119 mukaisina. Kustannusten arvioinnissa on käytetty TVH:n julkaisua "Mitä maksaa". Muilta osin kustannusarviot ovat asiantuntijoiden tämän hetken arvioita.

## A. KEVYTLLIKENTTEEN JÄRJESTELYT

### 1

#### SUOJATIEJÄRJESTELYT KOROKE SUOJATIELLE SUOJATIEN VALO-OHJAUS SUOJATIEN VALAISTUS



Kevytliikenteen loukkaantumisriski (onnettomuuksia / kuljettu matka) liikenteessä on 3 – 7 kertainen autoilijoihin nähden.

Suurin osa kevytliikenteen onnettomuuksista tapahtuu taajamissa.

2/3 polkupyöri- ja mopo-onnettomuuksista ja 1/3 jalankulkuonnettomuuksista tapahtuu liittymissä.

Tyypillistä kevytliikenteen kannalta turvattomille järjestelyille taajamissa on, että tie näyttää autosta katsoen pääliikenneväylältä, vaikka se toiminnallisesti on eri liikennemuotojen välinen kohtaamis- ja sekoittumisalue.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

**Suojatien merkitseminen** vähentää onnettomuusriskiä n. 10 %.

**Suojatiekoroke** päätiellä vähentää jalankulku- ja risteämisonnettomuuksia 30 – 50 %, mutta useimmiten yksittäisonnettomuudet lisääntyvät. Onnettomuuksien keskimääräinen vakavuusaste lievenee korokkeen rakentamisen jälkeen.

**Liikennevalojen asentaminen** vähentää vaihejaosta riippuen jalankulkuonnettomuuksia 50 – 80 % ja pyöräonnettomuuksia 50 %

Valo-ohjauksen parantaminen siten, että pyöräilijöille annetaan oma vaihe vähentää onnettomuuksia selvästi.

**Liittymän ulkopuolella** sijaitsevan suojatien varustaminen **valo-ohjauksella** vähentää jalankulkuonnettomuuksia 30 - 35 % ja muita onnettomuuksia 5 - 10 %.

**Suojatien tehokas valaiseminen** vähentää yöaikaisia onnettomuuksia jopa puolella.

## KUSTANNUKSET

Suojatien merkitseminen maksaa keskimäärin

- pintamerkintänä 95 mk/m<sup>2</sup>
- upotusmerkintänä 270 mk/m<sup>2</sup>

Koroke suojatielle maksaa n. 105 mk/m<sup>2</sup>.

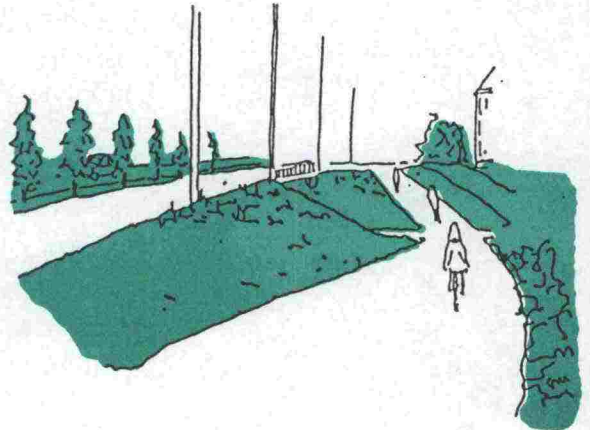
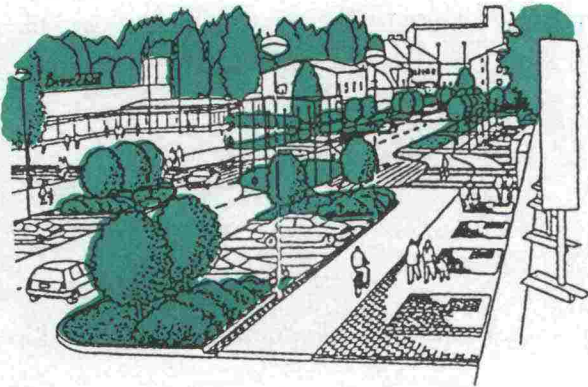
Suojatievalot maksavat n. 70 000 mk.

Suojatien valaistus maksaa 100 000 ... 180 000 mk.



## A. KEVYT LIIKENTEN JÄRJESTELYT

### 2. KEVYTLIIKENTEN VÄYLÄ KEVYTLIIKENTEN ERITASO



Kevytliikenteen loukkaantumisriski (onn. / kuljettu matka) liikenteessä on 3 – 7 -kertainen auton kuljettajiin verrattuna.

Yleisten teiden henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista noin 30 % on kevytliikenteen onnettomuuksia. Taajamissa yleisillä teillä henkilövahinkoon johtavista onnettomuuksista 45 % on kevyt liikenteen onnettomuuksia.

Erityisen onnettomuusalttiita kevytliikenteen ikäryhmiä ovat lapset ja vanhukset.

Polkupyöri- ja mopo-onnettomuuksista 2/3 tapahtuu liittymissä. Jalankulkijaonnettomuuksista tapahtuu liittymissä 1/3.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Kevyen liikenteen erottaminen muusta liikenteestä on luonnollisin ja yleisimmin toteutettu toimenpide konfliktien välttämiseksi.

Oikein toteutettu **kevytliikenteen väylä vähentää** jalankulkija-onnettomuuksia keskimäärin 30 – 40 % ja pyöräonnettomuuksia 40 – 60 %. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan **pyörätie vähentää** pyöräonnettomuuksia taajamien ulkopuolella n. 70 %, maaseutu-taajamissa n. 20 % ja isommissa kaupungeissa n. 50 %.

Katuosuuksilla pyörätie lisää pyöräilijöiden turvallisuutta. Liittymissä oikealle kääntyvien pyöräilijöiden turvallisuus paranee, mutta vasemmalle kääntyvien onnettomuusriski yleensä kasvaa.

Valo-ohjatuissa liittymissä turvallisuus paranee oleellisesti, jos pyöräilijöille annetaan oma vaihe.

Kevytliikenteen **yli- tai alikulkukäytävän** turvallisuusvaikutukset riippuvat ratkaisevasti siitä, miten suuri osa kevyestä liikenteestä käyttää eritasoa. Tärkein yli- tai alikulkukäytävän käyttöön vaikuttava tekijä on kulkuaika verrattuna tasoylitykseen. Alikulkua käytetään enemmän kuin ylikulkua, jos kulkuaika on sama.

## KUSTANNUKSET

Kevytliikenteen väylän rakentaminen maksaa vuoden 1989 hin-  
tatasossa keskimäärin 800.000 mk/km.

Alikulkutunnelin rakentaminen maksaa keskimäärin 800.000 mk.



## B. LIIKENTEEN OHJAUS

### 3. NOPEUSRAJOITUKSET

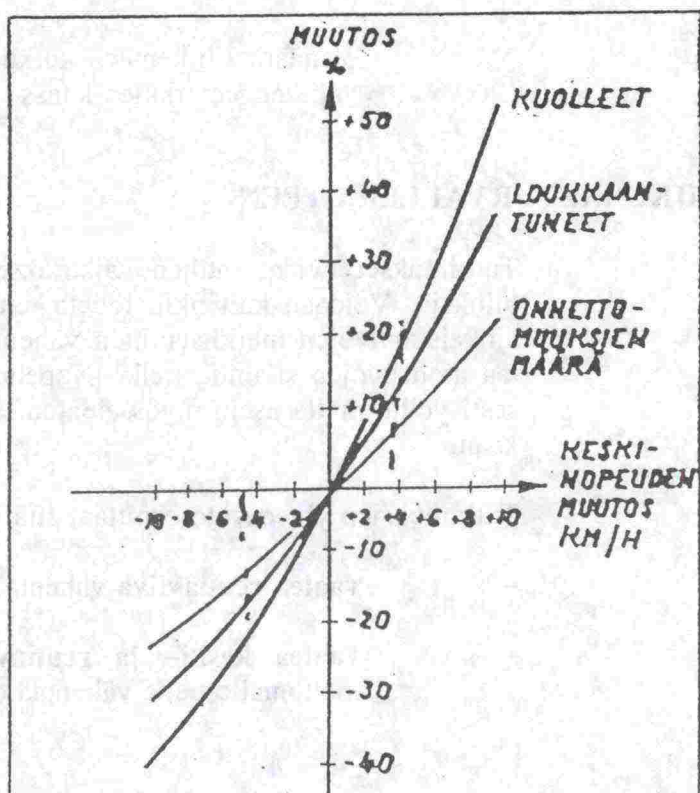
Tutkimukset osoittavat, että lisääntyneen ajonopeuden ja onnettomuusriskin välillä on selvä yhteys. Suuret nopeudet ja suuri nopeusvaihtelu lisäävät onnettomuuksia ja vakavia vahinkoja. Riski kuolla onnettomuudessa lisääntyy nopeuden muutoksen neliössä.

### VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Tehdyt tutkimukset osoittavat, että alennetut nopeusrajoitukset parantavat liikenneturvallisuutta.

Nopeusrajoitusten positiivisten vaikutusten edellytyksenä on, että ne on asetettu matalammalle tasolle kuin vapaiden nopeuksien 85 %-pisteen nopeus. Tätä korkeammat rajoitukset ovat haitallisia, koska kuljettajat nostavat nopeuttaan ajaessaan enemmänkin nopeusrajoitusten kuin olosuhteiden mukaan. Tämä koskee erityisesti huonoja sää- ja keliolosuhteita, ts. samoja tilanteita, joissa riski muutoinkin on jo korkein. Nopeusrajoitus tulee asettaa siten, että kaikki liikennemuodot ja paikalliset olosuhteet otetaan huomioon.

Ruotsalainen tutkimus esittää nopeuden muutoksen ja onnettomuuksien määrän muutoksen välille seuraavan yhteyden:



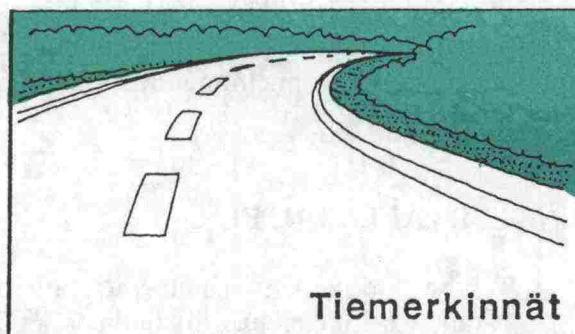


## B. LIIKENTEE OHJAUS

### 4.

#### TIEMERKINNÄT

(Ajouradan reunaviivan ja keskiviivan merkitseminen)



Voidakseen ajaa turvallisesti, ajoneuvon kuljettaja tarvitsee kiintopisteitä sekä läheltä että kauempaa ajosuunnassa. Tämä on tärkeää erityisesti pimeällä, mutta myös muulloin, kun tie erottuu huonosti ympäristöstään. Monimutkaisissa risteyksissä, joissa on useita ajokaistoja samaan suuntaan, on tärkeää, että tienkäyttäjät pystyvät määrittämään oikean paikan ajoradalla kiintopisteiden avulla.

Tiemerkintöjen tavoitteena on:

- \* ohjata liikennettä ja osoittaa ajoradan ja ajokaistojen kulku ja käyttö sekä erottaa tie ympäristöstä (tärkeää varsinkin tien geometrian poiketessa normaalista).
- \* määrätä liikenteen kulkua joko itsenäisesti tai yhdessä liikennemerkkien kanssa

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Tutkimukset tiemerkintöjen vaikutuksesta ovat antaneet vaihtelevia tuloksia. Voidaan kuitenkin todeta, että reunaviivan, keskiviivan ja ajokaistaviivojen merkitseminen vähentää onnettomuuksia ja parantaa ajoneuvojen sijaintia tiellä. Nopeudet saattavat lisääntyä, erityisesti yöllä, mutta usein myös alentua, erityisesti kaarteissa päiväsaikaan.

Tutkimuksien yhteenveto osoittaa, että:

- **vaalea reunaviiva** vähentää onnettomuuksia 15 – 30 %.
- **vaalea keski- ja reunaviiva** aikaisemmin merkittömälle tielle vähentää onnettomuuksia 20 – 40 %

- **kääntymismerkinnät** monimutkaisissa risteyksissä voivat vähentää onnettomuuksia 40 %

Norjassa on todettu, että ajorataheijastimet vähentävät nopeutta kaarteissa, ja ajoneuvon sijainti ajoradalla paranee. Ajorataheijastimet, jotka on lisätty keskilinjaan kaarteissa, voivat vähentää joissakin kaarteissa onnettomuuksia 30 - 40 %.

## KUSTANNUKSET

Tiementekijöiden kulutuskestävyys ja kustannukset vaihtelevat merkintätavan mukaan. Maalatut merkinnät kuluvat vilkasliikenteisillä teillä jo alkutalvesta pois muutamassa viikossa nastarenkaiden käyttöönoton jälkeen.

Esim. reunaviivan (10 cm leveä) kustannukset ovat seuraavat:

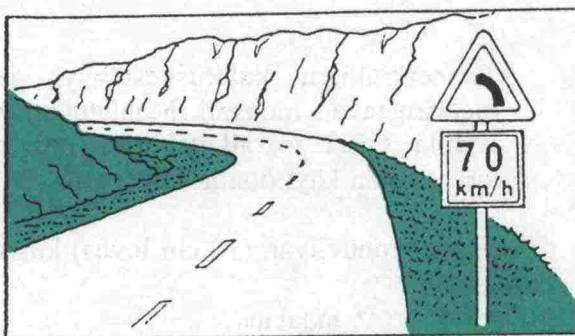
- |   |                |                       |
|---|----------------|-----------------------|
| - | maalaukset     | 3 mk/m                |
| - | pintamerkintä  | 95 mk/m <sup>2</sup>  |
| - | upotusmerkintä | 270 mk/m <sup>2</sup> |



## B. LIIKENTEEEN OHJAUS

5

### NOPEUSSUOSITUS KAAARTEESSA REUNAPAALUT TAUSTAMERKKI OPTINEN OHJAUS



Vuonna 1987 29 % yleisillä teillä tapahtuneista onnettomuuksista oli yksittäisonnettomuuksia.

Näitä onnettomuuksia pyritään poistamaan parantamalla tien optista ohjausta esim. taustaviittojen, kaarteiden suuntamerkkien, reunapaalujen ja aurausviittojen avulla.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

**Taustamerkit ja kaarteiden suuntamerkit** voivat vähentää kaarteissa tapahtuvia onnettomuuksia 10 – jopa 50 %.

**Reunapaalut ja aurausviitat**, joissa käytetään heijastimia, vähentävät vanhempien tutkimuksien mukaan onnettomuuksia noin 5 %. VTT:n uusimmassa tutkimuksessa reunapaalujen on todettu lisäävän nopeuksia 80 km:n väylillä, minkä vuoksi niitä ei suositella mutkaisille ja geometrialtaan huonoille teille. Nopeusrajoitusalueen 100 km/h reunapaaluilla ei ollut merkittävää vaikutusta nopeuksiin.

Optista ohjausta parantavat toimenpiteet vähentävät erityisesti pimeässä tapahtuvia yksittäisonnettomuuksia.

Optisen ohjauksen paraneminen saattaa johtaa ajonopeuksien kasvuun.



## KUSTANNUKSET

Taustamerkit maksavat noin 2000 mk/kpl ja kaarteiden suuntamerkit noin 1100 mk/kpl.

Reunapaalut maksavat noin 50 - 200 mk/kpl (1000 - 3500 mk/km) ja aurausviitat 1 - 10 mk/kpl (50 - 500 mk/km).

Reunapaalut ja aurausviitat vaikeuttavat kunnossapitoa. Reunapaalut voivat lisätä joidenkin talvikunnossapidon toimenpiteiden kustannuksia 25 %. Haittaa voidaan pienentää työmenetelmiä kehittämällä.

## B. LIIKENTEEN OHJAUS

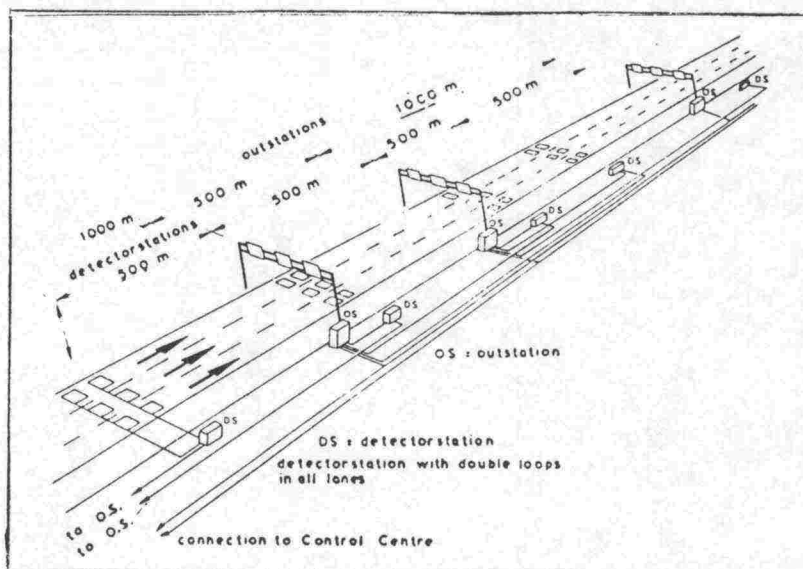
### 6.

#### KAISTAKOHTAINEN OHJAUS

Kaistakohtaisen ohjausjärjestelmän avulla voidaan korkealuokkaisilla teillä havaita muuttuneet olosuhteet nopeasti ja varoittaa tienkäyttäjiä ja poliisia.

Tieto esim. tietöiden, huonon sään tai onnettomuuden vuoksi tapahtuneesta liikenteen ruuhkautumisesta saadaan ajorataan upotettujen ilmaisinsilmukoiden välityksellä. Nopeuksien säätely tapahtuu muuttuvien kaistakohtaisten nopeusopastimien avulla.

Kuvassa 1 on esitetty periaatekaavio kaistakohtaisen ohjausjärjestelmän toiminnasta.



Kuva 1. Kaistakohtaisen ohjausjärjestelmän toimintaperiaate

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

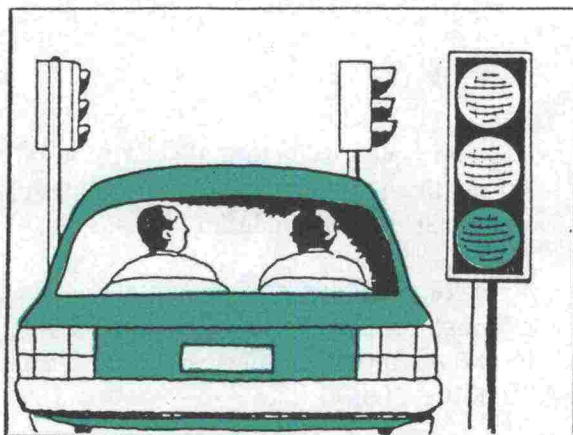
Kaistakohtaisesta ohjausjärjestelmästä on kokemuksia mm. Hollannista, USA:sta, Kanadasta ja Saksasta. Onnettomuuksien on em. maissa todettu vähenevän 20 – 30 %. Varsinkin vakavat onnettomuudet vähenevät, kun tienkäyttäjiä voidaan varoittaa ajoissa tiellä sattuneista häiriöistä.

## KUSTANNUKSET

Kaistakohtaisen ohjausjärjestelmän toteuttaminen maksaa keskimäärin 1 – 2 Mmk/km.

## C. LIIKENTEEN OHJAUS

### 7. LIIKENNEVALOT



Valo-ohjaus turvallisuustoimenpiteenä käsittää sekä aikaisemmin valo-ohjaamattoman liittymän valo-ohjauksen että vanhojen liikennevalojen muutostyöt.

Korkea onnettomuusmäärä on usein tärkein ongelma, jonka toivotaan ratkeavan liikennevalojen avulla. Varsinkin taajama-alueilla onnettomuudet keskittyvät suurelta osin tasoliittymiin.

Muita ongelmia, joihin etsitään liikennevalojen avulla ratkaisua, ovat jalankulkijoiden ja väistämisvelvollisen liikenteen pitkät odotusajat. Koulujen lähistöllä pyritään liikennevalojen asennamisella tarjoamaan lapsille turvallinen kadunylitysmahdollisuus.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Valo-ohjauksella saavutettava hyöty riippuu ratkaisevasti olosuhteista ja toteutetuista ohjaustavoista.

Valo-ohjaus on yksi parhaista keinoista pitää onnettomuusmäärät alhaisina taajamien vilkkaissa (> 10.000 – 15.000 ajon./vrk) nelihaaraliittymissä, joissa sivutien liikennemäärän osuus on suuri (n. 15 – 30 %) ja nopeusrajoitus 50 km/h. Toisaalta valo-ohjauksen hyöty on kolmihaaraisissa liittymissä ja liittymissä, joissa nopeusrajoitus on yli 50 km/h vähäisempi tai hyötyä ei ole.

Keskimäärin valo-ohjaus vähentää henkilövahinko-onnettomuuksia nelihaaraisissa tasoliittymissä 50 %.



Ruotsalaisten tutkimusten mukaan liikennevalot vähentävät ris-  
teämisonnettomuuksia 80 - 85 %, polkupyöraonnettomuuksia  
50 - 80 % ja jalankulkuonnettomuuksia 40 - 60 %. Vastaavasti  
peräänajot lisääntyvät 0 - 200 % ja vasempaan kääntyvien  
onnettomuudet jopa 60 %, mikäli vasempaan kääntyville ei ole  
varattu valoissa omaa vaihetta.

## KUSTANNUKSET

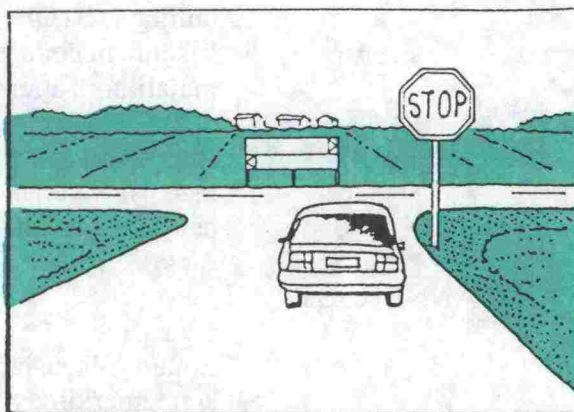
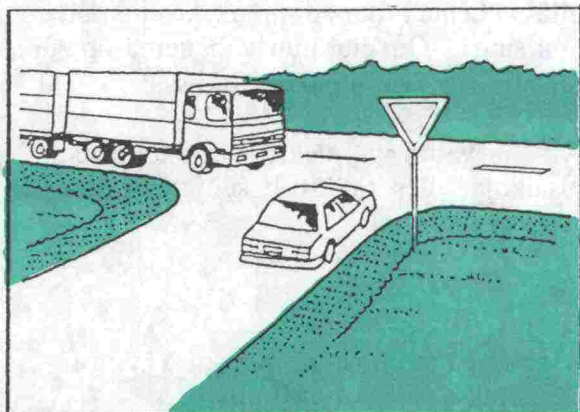
Liikennevalojen kustannukset riippuvat lähinnä ilmaisimien luku-  
määrästä, joka määräytyy liikennevalojen ohjaustavan ja liit-  
tymähaarojen lukumäärän perusteella.

Valo-ohjauslaitteiston kustannukset ovat liittymähaarojen luku-  
määrästä riippuen 300.000 - 550.000 mk. Samassa yhteydessä  
toteuttavien liittymäjärjestelyjen kustannukset ovat vastaavasti  
20.000 - 50.000 mk.

Valo-ohjatun liittymän käytön ja kunnossapidon vuosikustannuk-  
set ovat noin 15.000 mk/liittymä/vuosi.

## C. LIIKENTEEN OHJAUS

### 8. KÄRKIKOLMIION ASETTAMINEN STOP-MERKIN ASETTAMINEN



Risteyksen etuajo-oikeusjärjestelyt tapahtuvat joko siten, että risteys sisältyy tiejaksoon, jolla on etuajo-oikeus, tai pelkästään yksittäiset risteävät tiet osoitetaan liikennemerkillä väistämisvelvollisiksi, vaikka tiejaksolla ei ole merkittyä etuajo-oikeutta.

Ensin mainitussa tapauksessa toimenpiteen tarkoitus on etupäässä tiejakson liikennöitävyyden parantaminen sekä tieverkon differentiointi. Jälkimmäisessä tapauksessa tarkoituksena on lähinnä etuajo-oikeussuhteitten selkeyttäminen ko. risteyksessä ja siten liikenneturvallisuuden parantaminen.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Etujajo-oikeusjärjestelyjen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen ei voida vetää yleisiä johtopäätöksiä. Tiejakson etuajo-oikeusjärjestelyjä koskevat tutkimukset osoittavat, että onnettomuusmäärät muuttuvat kovin vähän ja saattavat jopa kasvaa etuajo-oikeusjärjestelyjen jälkeen.

Etujajo-oikeusjärjestelyillä voidaan parantaa liikenneturvallisuutta kaduilla, joilla onnettomuusasteet ja -tiheydet ovat suuria ja joilla onnettomuudet keskittyvät liittymiin; etuajo-oikeusjärjestelyjen vaikutukset ovat edullisimmat silloin, kun etuajo-oikeus ja paikalliset olosuhteet (ns. psykologinen etuajo-oikeus) vastaavat toisiaan.



Norjalaisen käsikirjan mukaan STOP-merkin asettamisella onnettomuudet voivat vähentyä 20 - 35 %. Kärkikolmion asettamisella ei todettu vaikutusta.

Ruotsalaisten ja tanskalaisten tutkimusten mukaan tasa-arvoinen liittymä on väistämismellvollista turvallisempi, kun sivutien liikennemäärän osuus ylittää 25 %. Väistämismellvollisuuden osoittaminen STOP-merkillä vähentää onnettomuuksia, jos sivutien liikennemäärän osuus on suuri. Onnettomuusvähennmä on suurin matalilla päätien nopeuksilla ja hyvissä näkemäoloissa.

Etuaio-oikeusjärjestelyt kasvattavat päätien ajonopeuksia ja lisäävät sivutien odotusaikoja. Jos tiellä on suojateitä ovat nopeutta alentavat toimenpiteet tarpeen.

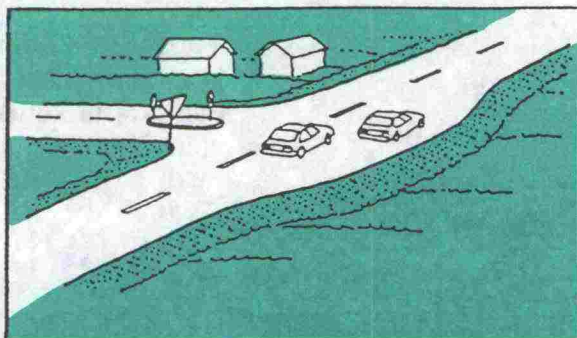
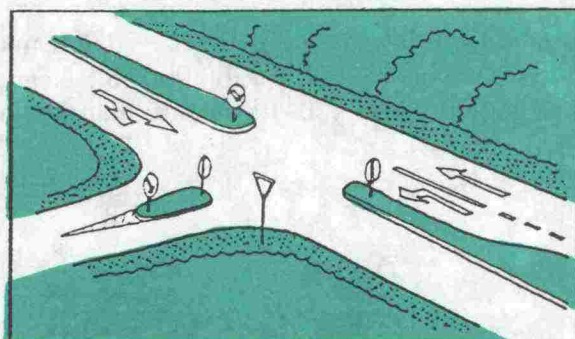
## KUSTANNUKSET

Etuaio-oikeusjärjestelyjen toteuttaminen on halpaa. Yhden liikennemerkin asettaminen maksaa noin 1 100 mk.



## C. LIITTYMIEN PARANTAMINEN

### 9. LIITTYMÄN KANAVOINTI VÄISTÖTILA



Yleisten teiden onnettomuuksista n. 35 % tapahtuu liittymissä.

Liittymän kanavoinnilla pyritään ohjaamaan liikennevirtoja ja erottamaan niitä toisistaan. Kanavointi parantaa myös liittymän havaittavuutta kauempaa tieltä.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

**Täyskanavointi** vähentää onnettomuusriskiä X-liittymissä 20 – 40 % ja T-liittymissä 0 – 10 %. Valo-ohjatuissa liittymissä vaikutus on 10 – 20 %.

Tutkimustulokset päätien kanavoinnin vaikutuksista vaihtelevat.

**Päätien vasemmalle kääntyvien kaista** vähentää peräänajo-onnettomuuksia 30 – 40 %, mutta muut vakavammat onnettomuudet yleensä lisääntyvät. Liittymissä, joiden pääasiallisena ongelmana ovat olleet risteämistilanteet, kanavoinnin on todettu jopa huonontavan liikenneturvallisuutta.

Vasemmalle kääntyvien kaistan toteuttaminen ajoratamaalauksin taajamien ulkopuolella vähentää onnettomuuksia T-liittymissä 15 – 30 %. X-liittymissä ei vastaavaa vaikutusta todettu.

**Päätien oikealle kääntyvien kaista** ei vaikuta oleellisesti liikenneturvallisuuteen.

**Sivutien kanavointi** vähentää onnettomuuksia n. 10 %. Kes-  
kisaareke on käyttökelpoisiin taajamissa tai taajamien reuna-  
alueilla, missä se helpottaa kevyen liikenteen kadunylitystä.

**Väistötilan** rakentaminen vähentää onnettomuuksia 20 – 30 %.

## KUSTANNUKSET

Vuoden 1989 hintatasossa väistötila maksaa 30.000 ... 70.000 mk,  
kääntymiskaista ajoratamaalauksin 110.000 ... 200.000 mk, kääntymiskaista korokkeella 225.000 ... 464.000 mk ja liittymän kanavointi 500.000 ... 850.000 mk.



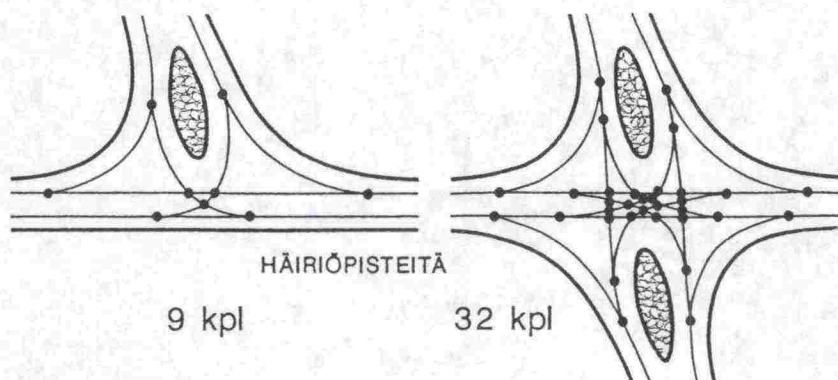
## C. LIITTYMIEN PARANTAMINEN

### 10.

#### LIITTYMÄN PORRASTAMINEN

Nelihaaraliittymä (X-liittymä) voidaan muuttaa kahdeksi kolmihaaraliittymäksi (T-liittymäksi). Porrastaminen voidaan tehdä oikeaan (—|—) tai vasempaan (—|—).

Eri liikennevirtojen välisiä mahdollisia konfliktipisteitä on X-liittymässä 32 ja T-liittymässä 9 kpl. Useiden tutkimusten mukaan T-liittymän onnettomuusaste on vain  $1/4 - 1/2$  X-liittymän onnettomuusasteesta. Onnettomuusaste-ero on erityisen selvä, kun päätien nopeudet tai sivutien liikennemäärät ovat suuria. Onnettomuudet X-liittymissä ovat yleensä T-liittymien onnettomuuksia vakavampia /4/.



## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

### Toimenpiteen hyödyt

Nelihaaraisen liittymän porrastaminen kahdeksi T-liittymäksi vähentää tanskalaisen tutkimuksen mukaan onnettomuusriskiä 25%.

Ruotsalaisten tutkimusten mukaan 4-haaraliittymän porrastaminen vähentää onnettomuuksia 0 - 50 %.

Porrastamisen toteuttamistavasta eli T-liittymien järjestyksestä on olemassa erilaisia käsityksiä. Maaseudulla suurilla ajonopeuksilla päätieltä vasemmalle kääntyminen on liittymätoiminnoista vaarallisinta. Taajamissa (alhaiset nopeudet, suuret liikennemäärät) on hankalinta liittyä vasemmalle päävirtaan. Viimeisimmän ruotsalaisen tutkimuksen mukaan porrastaminen tulisi tehdä maaseudulla vasemmalle ja taajamissa oikealle. Porrastaminen onnistuu parhaiten, kun sivutien liikennemäärän osuus on alle 10 % ja liittymät rakennetaan alle 300 m:n etäisyydelle toisistaan.



**Toimenpiteen haitat**

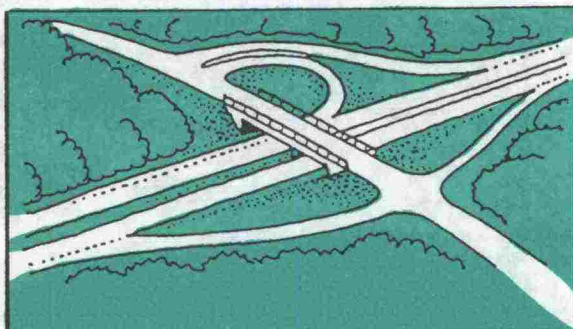
Taajama-alueilla on liittymän porrastaminen usein vaikeaa ja kallista tilanpuutteen vuoksi.

**KUSTANNUKSET**

Liittymän porrastaminen maksaa n. 1 Mmk vuoden 1989 hintatasossa.

## C. LIITTYYMIEN PARANTAMINEN

### 11. ERITASOLIITTYMÄT



Eritasoliittymiä käytetään aina moottoriteiden ja usein myös moottoriliikenneteiden liittymätyypinä. Muilla pääteillä eritasoliittymiä käytetään turvallisuuden tai toimivuuden perusteella. Perusverkossa teiden toiminnallinen luokka ja liikennemäärä määrittelevät liittymätyypin.

### VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Suomalaisen tutkimuksen mukaan perusverkon eritasoliittymissä tapahtuu keskimäärin 30 – 50 % vähemmän onnettomuuksia kuin mitä tapahtuisi samalla paikalla olevassa tasoliittymässä.

Tasoliittymissä 30 % onnettomuuksista tapahtuu risteävien suoraan ajavien kesken. Nämä onnettomuudet voidaan eritasoliittymissä välttää. Toiseksi suurin ryhmä tasoliittymissä ovat kevyen liikenteen onnettomuudet (noin 20 %). Niiden osuus eritasoliittymissä on 15 %.

Eritasoliittymissä 45 % onnettomuuksista tapahtuu sivutien ramppiliittymässä ja n. 20 % päätiellä. Yleisin yksittäinen onnettomuustyyppi eritasoliittymissä on rampilta vasemmalle kääntyvän ja vasemmalta suoraan ajavan välinen onnettomuus (n. 20%).

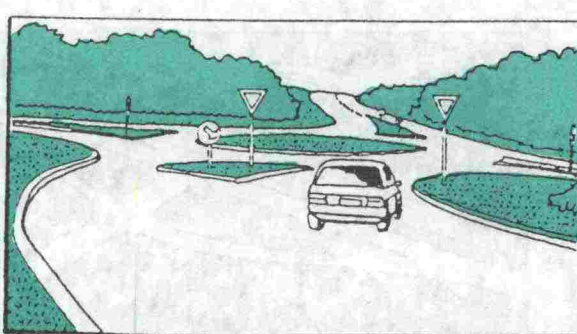
### KUSTANNUKSET

Eritasoliittymän rakentaminen maksaa keskimäärin 5 – 20 Mmk.



## C. LIITTYYMIEN PARANTAMINEN

### 12. KIERTOLIITTYMÄT



Kiertoliittymä on tasoliittymä, jossa on pakollinen kiertosuunta. Liittymän sisällä ajavalle on normaaliolosuhteissa annettu etuajaoikeus, ts. tulosuunnalla on väistämisvelvollisuus.

Kiertoliittymät jaetaan kokonsa puolesta tavallisiin, pieniin ja miniympyröihin. Miniympyrät (sisähalkaisija  $< 4$  m) sopivat taajamaväylien hidastimiksi ja normaalien tasoliittymien parannustoimenpiteiksi.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Kiertoliittymän ideana on poistaa liittymän pahimmat konfliktipisteet, eli risteävien ajoneuvojen erisuuntaiset kohtaamiset.

Liikenneympyrän liikenneturvallisuuteen vaikuttaa eniten sen kuormitusaste ja ympyrän koko.

Liikenneturvallisuuden kannalta ovat tavalliset ( $D = 25 - 50$  m) liittymät parhaita. Suurissa ympyröissä ajonopeudet nousevat ja onnettomuuksien vakavuusaste kasvaa vastaavasti.

Pohjoismaisten tutkimusten mukaan liikenneympyrän rakentaminen vähentää onnettomuuksia 10 - 30 %. Liikenneympyröissä tapahtuneet onnettomuudet ovat yleensä lievempiä kuin tavallisissa liittymissä.

Tulokset nk. miniympyröiden rakentamisesta ovat osin ristiriitaisia. Perinteisten ympyröiden muuttaminen miniympyröiksi on jopa lisännyt onnettomuusriskiä.

Koska kevyen liikenteen onnettomuuksien osuus helposti korostuu liikenneympyrän rakentamisen yhteydessä, suositellaan ke-



vyen liikenteen väylän sijoittamista eritasoon. Jos se ei ole mahdollista, tulisi suojatiet sijoittaa riittävän kauas kiertävästä kaistasta, jotta liittymästä pois ajava auto ei jää kiertävien autojen eteen väistäessään suojatiellä kulkijoita.

## KUSTANNUKSET

Kiertoliittymän rakentaminen maksaa keskimäärin 500.000 mk.

## D. TAAJAMIEN LIIKENNEJÄRJESTELYT

## 13.

## TAAJAMATEIDEN STANDARDI JA MAANKÄYTTÖ

Taajamaväylän standardin valinnalla voidaan vaikuttaa väylän turvallisuustasoon. Miten standardi vaikuttaa ja mitkä suunnitteluelementit vaikuttavan erilaisissa ympäristöissä turvallisuuteen, on kuitenkin täsmällisesti selvittämättä. Tien standardin ja ympäröivän maankäytön vaikutusta on vaikea erottaa toisistaan.

Taajamissa liikenne on erilaista kuin niiden ulkopuolella. Kevyttä liikennettä on enemmän, autoliikenne on lyhytmatkaisempaa, taajamasta alkavaa ja sinne päättyvää liikennettä on usein enemmän kuin läpikulkevaa. Tämän vuoksi taajamaväylän suunnitteluperiaatteiden tulisi olla erilaiset kuin maaseutuväylän.

Eri väylätyyppien turvallisuustaso taajamissa vaihtelee suomalaisen taajamien pääväylien liikenneturvallisuutta koskevan tutkimuksen (1989) mukaan seuraavasti:

Esimerkkiväylien turvallisuustaso väylätyypeittäin v. 1984 – 86 onnettomuusasteella ( linja- ja liittymäonnettomuudet) mitattuna.

Väylätyyppi	Onn.aste	(onn./10 <sup>8</sup> ajonkm)	
	Kaikki	Henk. vah. 1)	Henk. vah. 2)
Moottoritie taajamassa	50	10	0
2 + 2-kaist.tie, eritasoliittymät	95	15	5
2 + 2 kaistaa, tasoliittymät			
tie, valo-ohjaus	120	20	5
katu, valo-ohjaus	430	40	40
katu, tärk. liitt.valo-ohjaus	290	30	20
katu, ei valo-ohjausta	120	10	5
2 kaistaa, tasoliittymät			
keskustan katu, valo-ohjaus	1800	115	145
kesk.reuna-al.katu, valo-ohj.	410	80	35
tie tai katu, tärk. liitt.valo-ohj.	90	20	10
keskustan katu, ei valo-ohj.	1400	25	75
taajaman reuna-alue, ei valo-ohj.	90	20	10
maaseutumainen tie	70	35	0
keskustan erityiskatu	1800	65	100

1) kaikki poliisin tietoon tulleet autoliikenteen henkilövahinko-onnettomuudet

2) kaikki poliisin tietoon tulleet kevytliikenteen henkilövahinko-onnettomuudet

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Toimenpiteet tulisi suunnata siten, että eri luokkaiset väylät erottuvat selkeästi toisistaan. Korkean standardin teillä tulee tarjota korkea palvelutaso (nopeus) tien kaikilla kohdilla. Huonimmankin osatekijän tulee täyttää korkean standardin vaatimus. Alhaisen nopeustason ratkaisussa kaikki tien ja ympäristön tekijät mitoitetaan alhaisille nopeuksille siten, että suurien nopeuksien käyttö ei ole mahdollista.

Maankäyttö vaikuttaa taajaman pääväylän turvallisuuteen eri liikennemuotojen ja eri tyyppisten liikennevirtojen erottelumahdollisuuksien kautta. Siellä, missä erottelu on mahdollista, onnettomuusaste on alhainen. Alueilla, joilla tiehen liittyy runsaasti liikennettä synnyttävää toimintaa, onnettomuusaste on korkeampi.

Kun taajaman läpikulkeva tie rakennetaan keskustan ehdoilla, tulisi väylän parantamisen tavoitteena olla rakenteellisin ratkaisuin viestittää autoilijalle nopeuden alentamisen tarve lähestyttäessä taajamaa tai taajaman palvelukeskusta. Tieteknisin ratkaisuin tulisi pyrkiä pitämään ajonopeudet alhaisina taajamatieosuudella.

Valtakunnallista liikennettä välittävä päätie tulisi toteuttaa taajamien alueellakin korkealuokkaisin tieteknisin ratkaisuin; ei taajaman palvelukeskuksen läpi kulkevaa maankäyttöä ensisijaisesti palvelevana tienä.

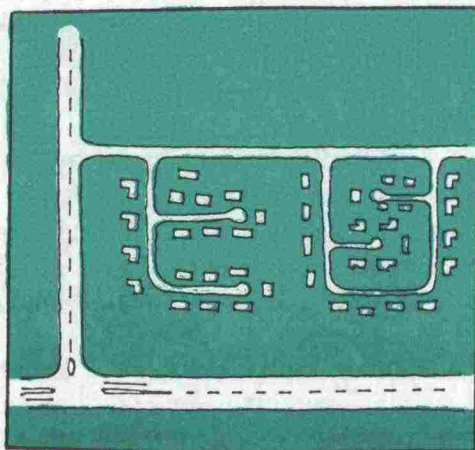
Seudullisen päätien sijoituessa taajamaan, tulisi kussakin tapauksessa erikseen harkita, tarjotaanko tiellä korkea nopeustaso ja korkeatasoiset tietekniset ratkaisut vai sopeutetaanko se taajaman muun liikenteen vaatimuksiin. Puolittaisia ratkaisuja tulee välttää, koska tienkäyttäjä tällaisessa tapauksessa ei pysty muodostamaan oikeaa kuvaa tien liikenteellisistä ratkaisuista ja riskitasosta.

Jos taajamaan rakennetaan ohikulkutie, tulisi sen standardin olla riittävän korkea. Ohikulkutie tulee erottaa taajaman kohdalla lyhytmatkaisesta tasossa risteävästä autoliikenteestä ja kevytliikenteestä. Ratkaisu johtaa täysin maankäytöstä irroitettuun eritasoliittymän varustettuun väylään. Korkealuokkainen ratkaisu tulee ulottaa myös päätien suuntaisten kevytliikenteen väylien ja liittyvien teiden risteämiin.



## D. TAAJAMIEN LIIKENNEJÄRJESTELYT

### 14. LIIKENNESANEERAUS



Liikennesaneerauksella tarkoitetaan rajatulla alueella tehtäviä järjestelyjä, joiden tarkoituksena on jäsentää liikenneverkkoa, poistaa läpikulkeva liikenne asuntoalueilta, vaikuttaa liikenteen määrään, nopeuteen ja jakautumiseen verkolle tai muihin ominaisuuksiin siten, että kyseessä olevalla alueella ympäristöhäiriöt vähenevät, viihtyvyys paranee ja onnettomuudet vähenevät.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Koska eri alueet ja niillä suoritettavat toimenpiteet poikkeavat huomattavasti toisistaan, on liikennesaneerauksen vaikutuksia onnettomuuksiin vaikea määritellä yksikäsitteisesti.

Helsingissä tehdyssä tutkimuksessa liikennesaneeraus vähensi onnettomuuksia 20 %. Mukaan oli laskettu liikenneonnettomuudet varsinaisella liikennesaneerausalueella sekä sitä ympäröivillä kaduilla, joille liikenne osittain siirtyi.

Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan liikennesaneeraus vähentää onnettomuuksia useimmissa tapauksissa 20 – 40 %. Norjalainen käsikirja antaa arvoksi 10 – 20 %.

Myös Länsi-Saksassa vuonna 1980 käynnistetyn alueellisen nopeusrajoituskokeilun alustavat tulokset ovat olleet lupaavia. Asuntokatujen liikennettä on rauhoitettu nopeusrajoituksin ja rakenteellisin keinoin, ja alueiden läpikulkuliikenne on ohjattu yhdelle pääkadulle. Kokeilun tuloksena nopeudet pääkaduilla laskivat ja etenkin vakavat onnettomuudet vähenivät.

Tanskalaisen tutkimuksen mukaan katujen yksisuuntaistaminen voi alentaa liittymän onnettomuusastetta 25 % edellyttäen, että molemmat risteävät kadut ovat yksisuuntaisia.

Yksisuuntaistaminen voi myös lisätä onnettomuusriskiä nopeuksien kasvun myötä tai jos paikkakunnan ulkopuolista liikennettä on paljon.

Pelkkä kadunvarsipysäköinti ei ole merkittävä onnettomuusasteen selittäjä kaupungin keskustassa. Onnettomuuskustannusten kannalta se on kuitenkin huonoin pysäköintivaihtoehto. Kadunvarsipysäköinnin salliminen kasvattaa onnettomuusastetta varsinkin niillä tieosilla, joilla ajokaistan leveys on  $\leq 5,0$  m ja joilla pyöräilyä ei ole eroteltu ajoneuvoliikenteestä. Kadunvarsipysäköinnin kieltämisen on arvioitu vähentävän onnettomuuksia n. 10 %.

## KUSTANNUKSET

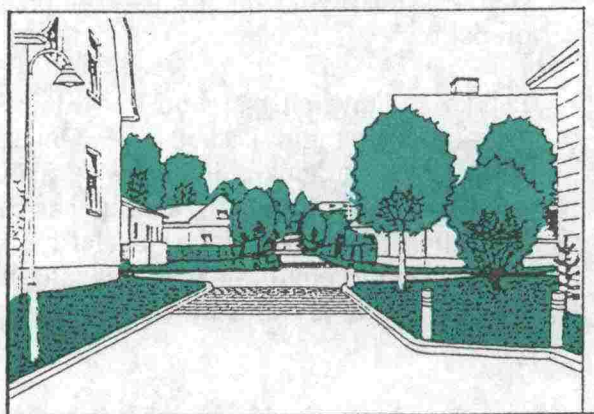
Alueen saneerauksen kustannukset vaihtelevat alueen laajuudesta ja tehtävistä toimenpiteistä riippuen. Keskimääräiset kustannukset ovat n. 200.000 mk/kohde, sisältäen pääasiassa liikennemerkkejä, istutuksia, töyssyjä yms.



## D. TAAJAMIEN LIIKENNEJÄRJESTELYT

### 15.

#### PIHAKADUT, HIDASKADUT, NOPEUKSIEN ALENTIMET



**Pihakatu** on katutila, jossa eri liikkumismuotoja ei ole eroteltu. Pihakatumerkki varoittaa kuljettajaa nopeutta rajoittavista rakenteista sekä velvoittaa ajamaan korkeintaan 20 km/h nopeudella.

**Hidaskatu** on pihakadun ja normaalin tonttikadun välille sijoitettu katutyyppe, jolla nopeusrajoitus on 30 km/h.

Koska erityisesti alhaisilla nopeusrajoituksilla on usein vaikea saada nopeudet laskemaan pelkän liikennemerkkin avulla, käytetään piha- ja hidaskaduilla myös **nopeutta rajoittavia rakenteita**, jotka pakottavat kuljettajan ajamaan hitaasti tekemällä nopeasti ajamisen epämukavaksi.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Piha- ja hidaskatujen suurimpana yleisenä etuna nähdään asuin- ja viihtyvyyden paraneminen. Aukkaiden turvallisuudentunne kasvaa ja liikennemelu vähenee. Kohteiden onnettomuusmäärät ovat yleensä niin pieniä, ettei liikenneturvallisuusmuutosta voida luotettavasti todeta onnettomuuksien perusteella. Useimmiten piha- ja hidaskatujen vaikutuksia selvitetäänkin vain nopeuksia mittaamalla.

Rakenteellisia nopeudenalentamiskeinoja on tähän asti Suomessa käytetty vähän. Espoossa on tutkittu korotettuja suojateitä ja Helsingissä pääasiassa kavennuksia. Tutkimusten mukaan korotetut suojatiet alentavat nopeuksia tehokkaasti ja lisäävät jalankulkijoiden turvallisuutta. Yksittäisillä ajoradan kavennuksilla, melunauhoilla ja pysäköinnin vuorottelulla on vähäisempi vaikutus.



Oikein rakennetut **töyssyt** alentavat keskinopeuden töyssyjen kohdalla n. 20 km/h:iin ja töyssyjen välillä 25 km/h:iin. Ruotsalaisessa ennen - jälkeen tutkimuksessa todettiin konfliktien vähentyneen 35 - 85 % töyssyjen rakentamisen jälkeen.

**Kuopat** alentavat nopeuksia suunnilleen saman verran kuin töyssyt, mutta vaikeuttavat töyssyjä enemmän talvikunnossapitoa.

**Heräteraitoja** käytetään yleensä väylillä, joiden nopeusrajoitus on  $\geq 50$  km/h. Ne sopivat hyvin esim. taajamien sisään tulokohtiin. Heräteraidat alentavat nopeuksia 2 - 10 km/h ja niiden arvioidaan vähentävän onnettomuuksia n. 30 %. Erityisesti suistumisonnettomuudet ja peräänajot vähenevät.

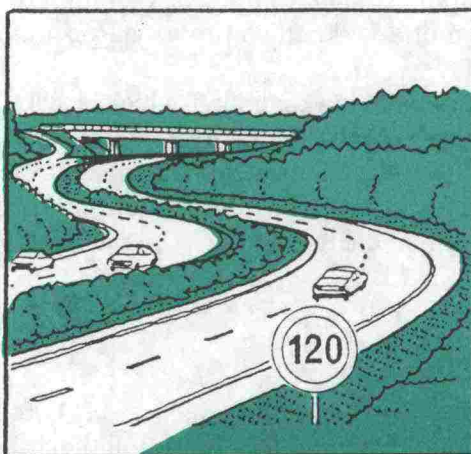
## KUSTANNUKSET

Töyssyn rakentaminen maksaa n. 3.000 - 7.000 mk, kuopan n. 6000 mk ja korotetun suojatien n. 10.000 mk. Heräteraitojen rakentaminen kestoperäkkästä pintamerkintänä maksaa n. 95 mk/m<sup>2</sup>.

## E. TIEN PARANTAMINEN

### 16.

#### MOOTTORITIEN JA MOOTTORILIKENNETIEN RAKENTAMINEN



Moottoriväylän rakentamisen liikenneturvallisuusvaikutusta arvioitaessa on tarkasteltava koko liikennejärjestelmää; moottoriväylää liittyminen sekä rinnakkaistietä. Liikenneturvallisuusvaikutus riippuu olennaisesti siitä, paljonko moottoriväylä vähentää rinnakkaistien liikennettä.

#### VAIKUTUS LIKENNETURVALLISUUTEEN

Moottoriväylien henkilövahinko-onnettomuusaste on noin 30 - 50% pienempi kuin kaksikaistaisten maaseututeiden onnettomuusaste ja noin 1/2 - 1/4 ilman keskikaistaa toteutettujen nelikaistaisten teiden onnettomuusasteesta.

Uuden moottoritien avulla taajaman ulkopuolelle luotavan tiejärjestelmän onnettomuuksia vähentävä vaikutus on runsas 10 % vanhan tiejärjestelmän onnettomuusmäärästä.

Moottoriteiden turvallisuus johtuu seuraavista tekijöistä: keskikaista erottaa vastaan tulevan liikenteen, ohituskaista on aina olemassa, ei ole risteävää liikennettä, liittyvää ja poistuvaa liikennettä varten on kiihdytys- ja hidastuskaistat, ei ole hidasta liikennettä (esim. mopo ja traktori) eikä kevyttä liikennettä.

Tulokset moottoriliikenneteiden turvallisuudesta ovat osittain ristiriitaisia. Uusimman TVH:ssa tehdyn tutkimuksen mukaan moottoriliikennetiet ovat lähes yhtä turvallisia kuin moottoritiet.

Moottoriväylien onnettomuuksista 35 - 40 % on yksittäisonnettomuuksia.



## **Mahdolliset haitat**

Moottoriväylien estevaikutus on huomattava. Lisäksi melu haittaa asumista ja oleskelua tien lähistöllä. Moottoriväylä vie paljon tilaa ja eritasoliittymien taajamaympäristöön sovittaminen on vaikeaa.

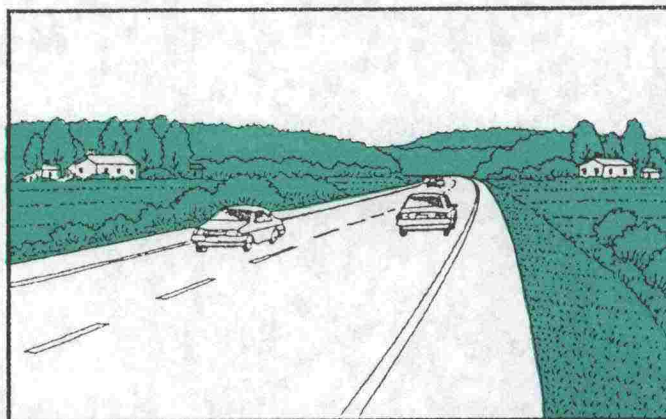
## **KUSTANNUKSET**

Moottoritien rakentaminen maksaa 15 - 40 Mmk/km ja moottoriliikennetien n. 4 - 12 Mmk/km.



## E. TIEN PARANTAMINEN

### 17. TIEN LEVENTÄMINEN (taajamien ulkopuolella)



Kapeilla maaseututeilla vaaralliset tilanteet lisääntyvät liikennemäärien kasvaessa. Kuljettajalla on vähemmän tilaa korjata ajo- ja arviointivirheitä kuin leveillä teillä.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

### Toimenpiteen hyödyt

Tien leventämisen turvallisuusvaikutusten arvioimista vaikeuttaa se, että leveät tiet ovat myös muilta geometrisiltä ominaisuuksiltaan parempia.

Ilmeistä kuitenkin on, että varsinkin kapeiden teiden leventäminen maaseudulla lisää liikenneturvallisuutta. Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan leveäkaistaisilla teillä onnettomuusaste oli 10 – 30 % pienempi kuin kapeakaistaisilla teillä.

Piennarleveyden turvallisuusvaikutuksista saadut tulokset ovat jossain määrin ristiriitaisia. Liian leveän pientareen on todettu voivan myös lisätä onnettomuuksia. Turvallisin pientareen leveys on eri tutkijoiden mukaan 1,2 – 2,4 m, kaarteissa jopa 3,0 m. Tällaisen pientareen rakentaminen pientareettomalle tielle voi vähentää onnettomuuksia 10 – 20 %. Etenkin suistumis- ja kohtaamisonnettomuudet vähenevät.

Pientareiden vaikutus on suurempi leveillä teillä, suurilla liikennemäärillä ja suurilla ajonopeuksilla.

Pientareiden kestopäällystäminen lisää turvallisuutta huomattavasti. Sorapintaisen pientareen päällystäminen vähentää ulosajoja noin kolmanneksella.

### **Mahdolliset haitat**

Tien kokonaisleveys ei saa olla niin suuri, että lisäleveyttä käytetään lisäajokaistana.

Tien leventäminen johtaa ajonopeuksien kasvuun ja sitä kautta turvallisuuden heikentymiseen. ( Taajamien leveät tiet eivät ole turvallisia.)

### **KUSTANNUKSET**

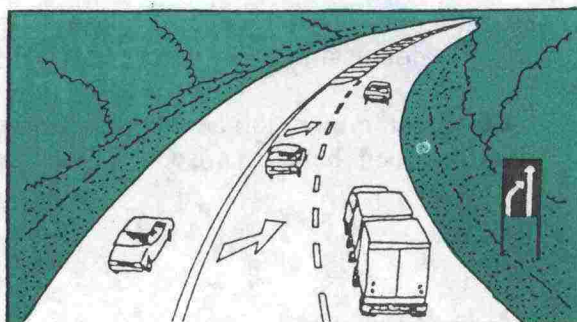
Pientareiden leventäminen 1,0 metrillä (kummallakin puolella) maksaa noin 560.000 mk/km.



## E. TIEN PARANTAMINEN

## 18

## OHITUSKAISTAT



Pitkissä ja jyrkissä ylämäissä erityisesti raskaan liikenteen nopeus laskee. Koska edellä liikkuvan hitaamman ajoneuvon ohittaminen on ylämäessä vaikeaa, on myös muun liikenteen vähennettävä nopeuttaan. Tällöin muodostuu jonoja ja ylämäessä ja välittömästi sen jälkeen tapahtuvissa ohituksissa saatetaan ottaa tavanomaista suurempia riskejä.

Rakentamalla ylämäkeen riittävän pitkä lisäkaista mahdollistetaan hitaiden ajoneuvojen turvallinen ohittaminen ja vähennetään jononmuodostusta.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Tutkimustulokset ohituskaistojen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen ovat keskenään ristiriitaisia. Useimmat tutkimukset käsittelevät nk. nousukaistojen liikenneturvallisuutta.

TVH:n suorittaman vanhemman tutkimuksen mukaan ohituskaistojen alueella tapahtuu noin 30 % vähemmän onnettomuuksia kuin ohituskaistattomissa mäissä.

Ruotsalaisten tutkimusten mukaan vaikutus on sitä suurempi, mitä kapeammat pientareet ja mitä jyrkemmin nouseva pituuskaltevuus tiellä on. Lisäksi onnettomuusaste pienenee  $0,11 \text{ onn}/10^6$  ajokm:lla noin kilometrin matkalla ohituskaistan jälkeen.

Uusimpien Suomessa tehtyjen tutkimusten mukaan ohituskaistat ovat pelkkä sujuvuustoimenpide. Liikenneturvallisuus ohituskaistojen kohdalla on pysynyt ennallaan tai jopa huonontunut.



## KUSTANNUKSET

Ohituskaistan rakentamiskustannukset ovat vuoden 1989 kustannustasossa noin 600 000 mk/km, jos se voidaan toteuttaa pengerämällä. Mikäli lisäkaistan rakentaminen edellyttää kallioleikkauksen avartamista, ovat rakentamiskustannukset noin 1 700 000 mk/km.

Ohituskaistan rakentamisesta aiheutuva kunnossapitokustannusten lisäys on 2-kaistaisella tiellä noin 10 000 mk/v./km.

## E. TIEN PARANTAMINEN

## 19.

## YKSITYISTIEJÄRJESTELYT

Yksityistiejärjestelyjen tarkoituksena on yleensä suorien tonttiliit-  
tymien poistaminen yleisiltä teiltä ja olemassa olevien yksityis-  
teiden yhdistäminen siten, että liittymävälejä voidaan harventaa ja  
sijoittaa liittymät mahdollisimman turvallisiin paikkoihin.

Suomessa yksityisteiden liittymätiheys yleisillä teillä on noin 3 –  
5 liittymää/tie-km.

Henkilövahinkoon johtaneista yleisten teiden onnettomuuksista  
noin 15 % sattuu yksityisteiden liittymissä. Tavallisimmat onnet-  
tomuustyypit ovat kääntymis- ja risteämisonnettomuudet.

Se, miten paljon liittymätiheys vaikuttaa päätien onnettomuusris-  
kiin, riippuu myös sivusuuntien liikennemäärän osuudesta.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

## Toimenpiteen hyödyt

Ruotsalaisten tutkimusten mukaan liittymätiheyden ja onnet-  
tomuusriskin välillä vallitsee seuraava yhteys:

Keskimääräinen liittymäväli (m)	Onnettomuus- riski	Henkilövahinko- onnettomuusriski
> 500	1,35	0,50
300 – 500	1,73	0,56
200 – 300	2,17	0,72
< 200	3,53	1,08

Turvallisuuden parantumisen myötä liittymäetäisyyksien kasvat-  
taminen yksinkertaistaa liikenneympäristöä ja parantaa usein  
myös liittymien näkemäolosuhteita.

Eniten vähentyvät kääntymis- ja risteämisonnettomuudet. Mikäli  
yksityistiejärjestelyihin liittyy yleiselle tielle rinnakkaisen tien  
rakentaminen, voidaan kevyt liikenne siirtää sille, jolloin myös  
kevyen liikenteen turvallisuutta voidaan parantaa.



## **Mahdolliset haitat**

Liittymäetäisyyksien kasvattaminen päätiellä heikentää yksityistien varressa olevien alueiden tavoitettavuutta ja pidentää ajomatkoja niihin.

## **KUSTANNUKSET**

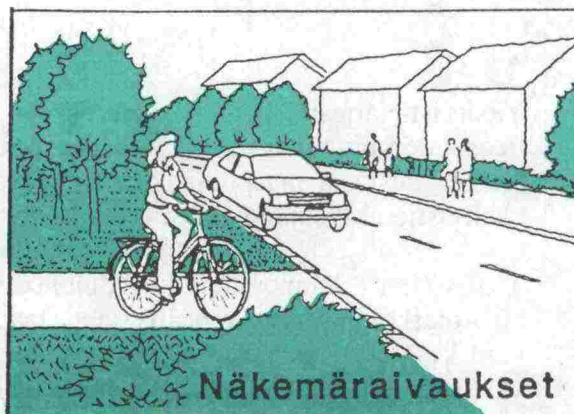
Yksityistiejärjestelyjen kustannukset riippuvat rakennettavan tieosuuden pituuden lisäksi mm. sen poikkileikkauksesta, päällysteen laadusta ja maapohjan kantavuudesta. Päätielle rinnakkaisen yksityistien rakentaminen maksaa keskimäärin 1,7 Mmk/km.

Yksityistien kunnossapitokustannukset riippuvat lähinnä tien käyttötarkoituksesta ja päällysteen laadusta. Jos tietä käytetään vain kesällä, ovat kustannukset oleellisesti pienemmät kuin niillä yksityisteillä, joita käytetään myös talvella.

Ympärivuotisessa käytössä olevan yksityistien kunnossapitokustannukset ovat keskimäärin 9000-15.000 mk/km/v.

## E. TIEN PARANTAMINEN

### 20. SUUNTAUKSEN PARANTAMINEN NÄKEMÄT



Suuntauksen parantaminen lisää useimmiten näkemäpituutta. Lisäksi kaarresäteen suurentaminen pienentää tarvittavaa sivukitkaa ajonopeuden säilyessä samana. Ellei kuljettaja kompensoi ajo-olosuhteiden paranemista lisäämällä ajonopeutta, suuntauksen parantaminen lisää liikenneturvallisuutta.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Joukko tutkimuksia osoittaa pienenevän kaarresäteen ja lisääntyneen onnettomuusriskin välisen yhteyden. Onnettomuusaste kasvaa jyrkästi 500 m pienemmillä kaarresäteillä. Kaarresäteen suurentaminen voi vähentää onnettomuuksia jopa 70 – 90 %.

Kaarresäteen suuruus ei kuitenkaan sinänsä ole ratkaiseva, vaan onnettomuusaste riippuu tienopeuden tasaisuudesta. Yksinäinen jyrkkä kaarre kerää helposti onnettomuuksia. Yhden kaarteiden parantaminen voi välittömästi aiheuttaa sen, että onnettomuus siirtyy sellaiseen kaarteeseen, joka edellisen kaarteiden parantamisen jälkeen muuttuu yllättäväksi. Tarkastelemalla kaarteiden parantamistoimenpiteitä pidemmällä tieosuudella voidaan suuremmat ongelmat välttää.

Useimmat pystygeometrian turvallisuusvaikutuksia koskevat tutkimukset osoittavat, että pyöristyskaarilla, joiden säde on pienempi kuin 350 m, onnettomuusriski on oleellisesti suurempi kuin tieosilla, joilla ei ole tällaista jyrkkää tasausmuutosta. Yllättävät muutokset tasauksessa ovat onnettomuusaltteimpia kohtia ja aiheuttavat etenkin peräänajo-onnettomuuksia.



Pituuskaltevuus alkaa selvemmin kasvattaa onnettomuusastetta, kun se ylittää 4 %.

Pituuskaltevuuden onnettomuuksia lisäävä vaikutus johtunee ajoneuvojen nopeuserojen kasvusta, joka lisää onnettomuusriskiä.

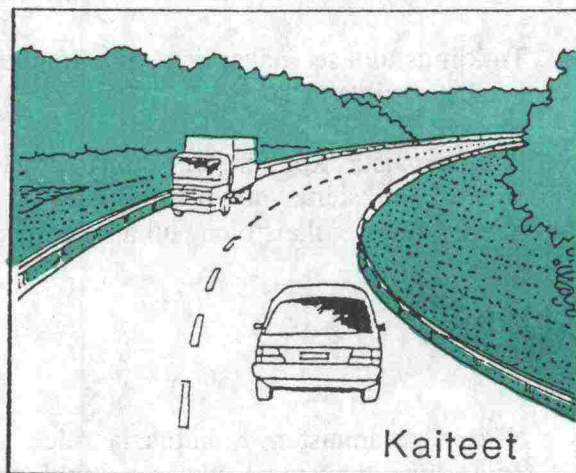
Tutkimustulokset näkemien onnettomuuksia vähentävästä vaikutuksesta vaihtelevat.

Pohjoismaista kootun aineiston perusteella näkemien vaikutus onnettomuuksien syntyyn liittymissä on pienempi kuin esim. liittymätyypin, ajokaistojen lukumäärän tai liittymän ohjaustavan merkitys.

## KUSTANNUKSET

Näkemäparannusten vaikutuksia tulee arvioida tapauskohtaisesti. 'Liian hyvä' näkemä kaukaa sivutieltä saattaa nostaa nopeuksia ja siten huonontaa turvallisuutta.

## E. TIEN PARANTAMINEN

21.  
YMPÄRISTÖN PEHMENNYS

Vuosina 1983 – 86 tapahtui yleisillä teillä yhteensä 16.198 yksittäisonnettomuutta, joista 264 johti kuolemaan.

Kaikista vuosittain yleisillä teillä sattuneista henkilövahinko-onnettomuuksista on n. 20 % suistumisonnettomuuksia

Amerikkalaisen tutkimuksen mukaan 80 % tieltä suistuneista ajoneuvoista pysähtyy korkeintaan 9 m:n päähän ajoradan reunasta, mistä syystä tämä alue tulisi saada mahdollisimman turvaliseksi.

Erityisen vaarallista on tieltä suistuminen korkealla penkereellä, kallioleikkauksessa tai sillalla sekä törmäminen lähellä ajorataa oleviin kiinteisiin esteisiin, kuten kaiteettomiin siltapilareihin tai joustamattomiin pylväisiin.

Suistumisonnettomuudet jakautuvat melko tasaisesti eri törmäyskohteiden mukaan. Kaiteiden ja kallioiden osuus kuitenkin korostuu tilastoissa, koska niitä on tiestöllä pidemmällä matkalla kuin pylväitä.

Kaidevahingot ovat luonteeltaan erilaisia kuin pylväisiin tai kallioleikkauksiin törmäämiset. Kaideonnettomuudet syntyvät usein ajoneuvojen välisen törmäyksen jälkitilanteessa, kun taas muihin laitteisiin törmäämiset ovat enimmäkseen tieltä suistumisen seurauksena tapahtuneita yksittäisonnettomuuksia.

Kaiteita käytetään liikenneturvallisuustoimenpiteenä estämään vastaantulevan liikenteen ajoradalle suistuminen ja tieltä suistuminen vaarallisissa tienkohdissa; korkeilla penkereillä, vesistö-illoilla ja kiinteiden esteiden kohdalla.



Kaiteiden avulla voidaan myös parantaa tien optista ohjausta ja lisätä tienkäyttäjien kokemaa turvallisuuden tunnetta.

Tieympäristön muotoilulla, lähinnä penger- ja leikkausluiskia loiventamalla voidaan suistumisonnettomuuksien seurauksia lieventää.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

### Toimenpiteen hyödyt

Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan onnettomuuskustannukset vähenevät merkittävästi, kun maaleikkauksissa käytetään luiskakaltevuuksien 1:3 ja 1:2 sijasta luiskakaltevuutta 1:4. Kalliroleikkauksissa saavutetaan huomattavia onnettomuuskustannussäästöjä käytettäessä ulkoluiskan kaltevuutena 1:4.

Penkereillä ei luiskakaltevuuksilla 1:3 ja 1:4 ole voitu osoittaa eroja, mutta luiskakaltevuuden 1:2 on todettu nostavan onnettomuuskustannuksia.

Kaiteilla ei juuri voida vaikuttaa suistumisonnettomuuksien määrään, mutta niiden seurauksia voidaan lieventää.

Seuraukset kaiteisiin törmäämisistä ovat yleensä lievempiä kuin pylväisiin ja kallioleikkauksiin osuttaessa. Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan kaiteiden asentaminen pienentää tieosan onnettomuuskustannuksia noin 10 %.

Tanskalaisen tutkimuksen mukaan 2-ajorataisella tiellä keskikaiteiden rakentamisella voidaan kohtaamisonnettomuudet poistaa lähes 100-prosenttisesti

### Mahdolliset haitat

Kaiteiden takia suistumisonnettomuuden seuraukset saattavat olla vakavammat kuin jos kaiteita ei olisi, jos ajoneuvo törmättyään kaiteeseen sinkoutuu takaisin ajoradalle ja törmää muihin tiellä liikkujiin. Tästä syystä käytetään periksi antavia kaiteita.

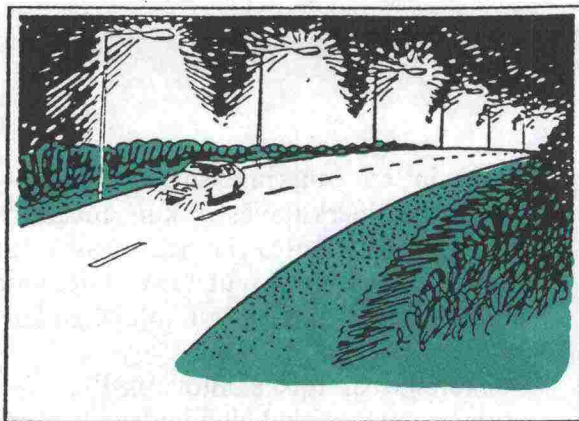
## KUSTANNUKSET

Kaiteiden kustannukset määräytyvät lähinnä kaidetyypin perusteella. Vuoden 1989 kustannustasossa kaiteet maksavat paikalleen asennettuna 130.000 – 142.000 mk/km.

Kaiteet vaikeuttavat jonkin verran tieosuuden kunnossapitoa. Teräskaiteilla varustetun tieosuuden kunnossapitokustannukset ovat 5.000 – 7.000 mk/km/v korkeammat kuin vastaavalla kai-teettomalla tieosuudella.

## E. TIEN PARANTAMINEN

### 22. TIEVALAISTUS



Pimeän ajan liikenneonnettomuusriski on noin kaksinkertainen valoisaan aikaan verrattuna. Valaistuissa liittymissä riski on n. 1,3 – 1,8 kertainen valaistuksen tehosta riippuen.

Noin 30 % yleisten teiden onnettomuuksista tapahtuu pimeässä. Pimeässä, valaisemattomalla tiellä tapahtuvien onnettomuuksien yleisimmät onnettomuustyypit ovat eläin-, yksittäis- ja koh-  
taamisonnettomuudet.

Tievalaistuksen tarkoituksena on vähentää valoisan ja pimeän ajan onnettomuusriskien eroa helpottamalla havainnointia pimeänä aikana. Lisäksi tavoitteena on varmistaa informaation välittyminen tienkäyttäjälle, parantaa tienkäyttäjien turvallisuuden tunnetta, mukavuutta ja näkyvyyttä.

## VAIKUTUS LIKENNETURVALLISUUTEEN

Tievalaistuksen rakentaminen vähentää pimeän ajan liikenneonnettomuuksia 20 – 30 %.

Eniten vähenevät vakavat onnettomuudet ja jalankulkijaonnettomuudet. Valaistuksen vaikutus on liittymissä hieman vähämpi kuin niiden välillä.

Valaistus vähentää onnettomuuksia tehokkaammin monimutkaisessa kuin selkeässä liikenneympäristössä.

Valaisinpylväisiin törmäämiset ovat vakava liikenneturvallisuusongelma. Yleisillä teillä sattui vuosina 1979 – 1981 427 tällaista onnettomuutta. Ongelmaa voidaan vähentää käyttämällä



periksiantavia energiaa absorboivia valaisinpylväitä tai kaiteita pylväiden edessä.

## KUSTANNUKSET

Tievalaistuksen investointikustannukset riippuvat mm. luminanssitasosta, kaapelointitavasta ja pylväiden sijoitustavasta. Esimerkiksi 2-kaistaisen tien valaistuksen rakentaminen (metallipylväät, maakaapeli) maksaa vuoden 1989 hintatasossa keskimäärin 300.000 - 390.000 mk/km. Tievalaistuksen vuotuiset käyttö- ja kunnossapitokustannukset 2-kaistaisella tiellä ovat keskimäärin 13.000 - 22.000 mk.

### Kannattavuus

Seuraavassa on esitetty TVH:n tievalaistusohjeissa esitettyjä liikennemäärä- ja onnettomuustiheysarvoja, joilla tievalaistuksen rakentaminen keskimäärin on taloudellisesti kannattavaa.

## F. RAUTATIEN TASORISTEYKSET

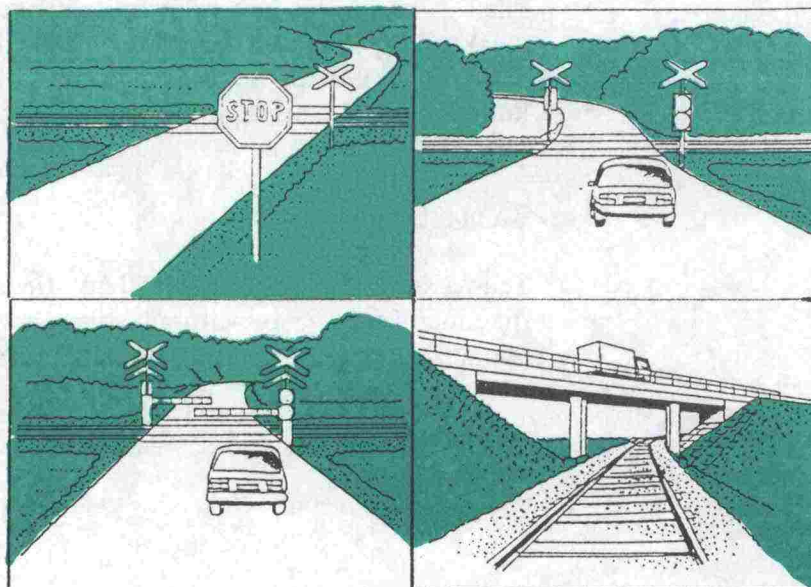
23.

STOP-MERKKI

VALO- JA ÄÄNIOPASTEET

PUOLIPUOMIT

ERITASORISTEYS



Rautateiden tasoristeyksiä on teillämme yli 6.000 kappaletta, joista noin 700 on yleisillä teillä.

Vuonna 1984 tapahtui yleisten teiden ja rautateiden tasoristeyksissä 46 onnettomuutta, joista 18 onnettomuudessa oli osallisena juna. Junaonnettomuudet olivat seurauksiltaan hyvin vakavia, sillä kolmannes niistä johti kuolemaan.

Turvallisuutta on parannettu tasoristeysten määrää vähentämällä, turvalaitteita asentamalla tai parantamalla, suuntausta parantamalla ja liikennemerkkejä asentamalla.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Pelkkä varoitusmerkki ei vaikuta liikenneturvallisuuteen.

**Stop-merkit** näyttävät vähentävät tasoristeysonnettomuuksia 40 - 60%.

**Puolipuomilaitteen** on todettu vähentävän tasoristeysonnettomuuksia noin 70 %.



Toimenpiteiden on havaittu vaikuttavan nimenomaan kuolemaan tai vakavaan loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrään. Vaikutusprosentit ovat näiden kohdalla 10 - 20 %.

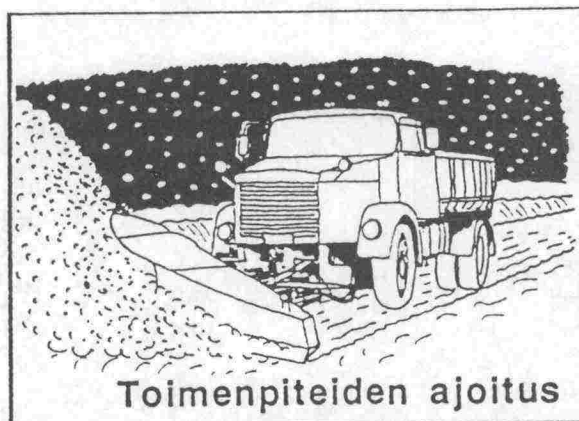
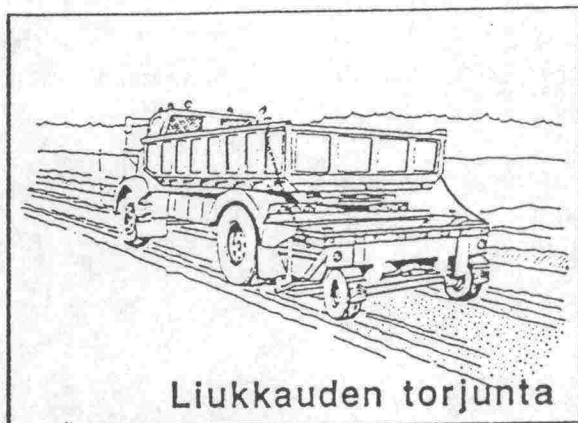
## KUSTANNUKSET

Vuoden 1989 hintatasossa eri toimenpiteiden kustannukset olivat seuraavat:

-	valo- ja ääniopasteet	240.000 mk
-	puolipuomit	330.000 mk
-	eritasoristeys	3,0 - 4,8 Mmk

## G KUNNOSSAPITO

### 24. LIUKKAUDEN TORJUNTA



Jääkelin riski on keskimäärin 20-kertainen, sohjokelin 10-kertainen ja lumikelin 2-kertainen kuivan kelin riskiin verrattuna.

Suomessa talvikelillä tapahtuneiden onnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista on lähes 40 %.

Talviajo on ongelma erityisesti päätieverkolla. Vakavia ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksia tapahtuu päteillä talvikeleillä lukumääräisesti enemmän kuin kesäkeleillä.

Talvi- ja kesäajan onnettomuudet kasautuvat eri kohtiin.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Suomen oloissa on arvioitu onnettomuuksien kokonaismäärän vähenevän 20 %, jos talvikelit poistuisivat kokonaan. Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa todetaan, että jos loka-huhtikuun välisenä aikana olisi kesäkeli, onnettomuuksien määrä tuona aikana vähenisi 40 %.

Huono keli, epäedullinen sää ja huono valaistus muodostavat yhdessä riskialtteinnot olosuhteet. Erityisen vaarallista on märän tienpinnan nopea jäätyminen.

Liukkaudentorjunnalla saadaan suurin onnettomuuksien vähentyminen, jos liukkautta torjutaan siellä, missä sitä esiintyy harvimminkin.

Suomalaisen tutkimuksen mukaan suolaus pienentää onnettomuusriskiä keskimäärin 50 %. Hiekoituksen vaikutus onnet-



tomuusriskiä pienentävänä tekijänä ei ole merkitsevä, vaikka sillä on merkityksensä liikenteen sujuvuuden turvaajana alempiluokkaisilla teillä.

Toisen suomalaisen tutkimuksen mukaan suolauksen lisääminen nykytilanteesta ei yleensä enää ole kannattavaa.

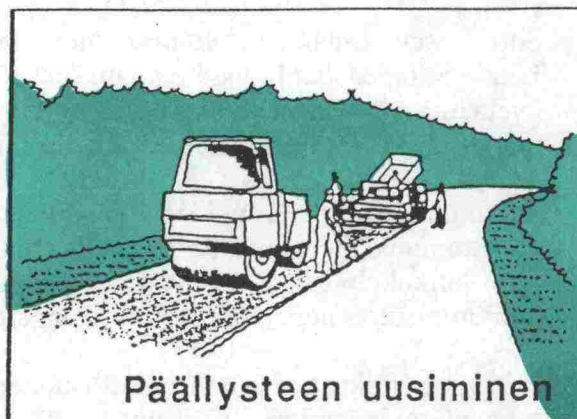
Suolauksen lisäämistä voimakkaampi vaikutus olisi Etelä- ja Länsi-Suomen tiepiireissä suolauksen aikaistamisella, jos suolaus kyetään aloittamaan keskimäärin 50 % nykykäytäntöä aikaisemmin eli 1,25 - 2 tunnin kuluessa kelin muuttumisesta jääkeliksi.

Talvikunnossapidolla voidaan vaikuttaa myös kevyen liikenteen onnettomuuksiin pitämällä kevyelle liikenteen tarkoitetut väylät aina kulkukelpoisina. Muuten kevyt liikenne siirtyy ajoradalle. Sohjon poiston nopeuttaminen on kannattavaa koko maassa.

Erityisen tärkeää liikenneturvallisuuden kannalta on kehittää toimenpiteiden oikea-aikaisuutta sekä toimenpiteiden tasaisuutta tien pituussuunnassa.

## G. KUNNOSSAPITO

### 25. PÄÄLLYSTEEN KUNTO



Kulunut päällyste hidastaa nopeutta, heikentää ajomukavuutta ja lisää ajoneuvokustannuksia.

Liikenneturvallisuuden kannalta tyypillisiä urautuneeseen päällysteeseen liittyviä ongelmia ovat märällä tai poikkeuksellisen liukkaalla kelillä tapahtuvat suistumiset.

## VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Tien kunnon merkitys vaihtelee vuodenajasta ja säästä riippuen.

Päällysteen ikääntyminen, tienpinnan epätasaisuus ja ajourat lisäävät onnettomuusriskiä talvella poikkeuksellisen liukkailla keleillä ja sateisella säällä, mutta tienpinnan ollessa kuiva liikenneturvallisuus jopa paranee.

Koko vuoden onnettomuusmäärä huomioon ottaen kuluneella päällysteellä sattuu hiukan vähemmän onnettomuuksia kuin uudella päällysteellä.

## KUSTANNUKSET

Päällysteen kesähoito maksaa päällystetyypistä riippuen 1.000 – 2.600 mk/km. Talvihoidon kustannukset ovat 2.400 – 6.900 mk/km.

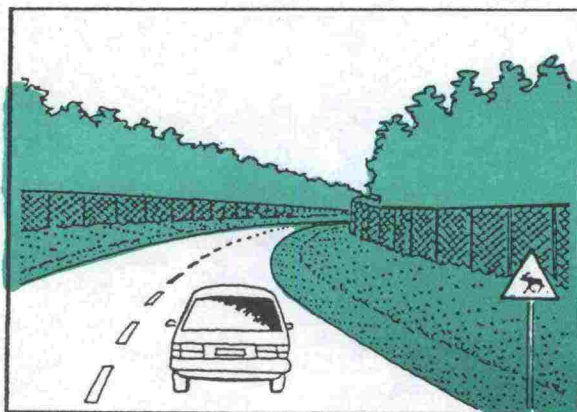
Päällysteen kunnostus maksaa sora- ja öljysorateilla 3.900 – 5.500 mk/km ja kestopäällystetyillä teillä 22.000 mk/km.



## H. HIRVIELÄINONNETTOMUUKSIEN TORJUNTA

26.

### HIRVIAITA VAROITUSLAITTEET NÄKEMÄRAIVAUKSET



Vuonna 1987 yleisillä teillä sattui 2.507 poliisin tietoon tullutta hirvIELÄINONNETTOMUUTTA, joista n. 9 % johti henkilövahinkoihin. Onnettomuudet keskittyvät Etelä-Suomen pääteille.

## TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET

**Hirvivaroituserkin** havaitsee vain noin 2/5 autoilijoista. Varoituserkin turvallisuusvaikutuksista ei ole varmoja tuloksia.

**Hirvipeileillä ym. peloituslaitteilla** ei ole mitään vaikutusta hirvionnettomuuksiin.

**Lyhyet hirviaidat** eivät vaikuta hirvionnettomuuksien kokonaisu-määrään. Sen sijaan ruotsalaisen tutkimuksen mukaan **pitkät hirviaidat** moottoriväylillä vähentävät hirvionnettomuuksia jopa 80 %.

Metsäisellä tieosalla riski joutua hirvionnettomuuteen on noin 2 - 4 kertaa niin suuri kuin avoimessa maastossa. **Näkemäraivauksella** voidaan parantaa metsäisen tieosan näkemiä. Näkemäraivaus on kuitenkin tehokkuuteensa nähden kallis toimenpide.

**Valo- ja äänimerkillä** ei ole havaittu olevan hirviä karkottavaa vaikutusta.

**Hirvikantaa voidaan pienentää** paikallisesti ja alueellisesti. Tien varren paikallisen hirvikannan vähentäminen on epäilyttävä toimenpide, sillä hirvikannan "tyhjäntilan" täyttävät nopeasti eläimet, jotka ovat usein tottumattomia tieympäristöön.

**KUSTANNUKSET**

Hirvivaroitusmerkki maksaa noin 1.100 mk/kpl. Hirviaita maksaa n. 100.000 mk/aitakm.



## KIRJALLISUUSLUETTELO

## Referoidut

1. Aarnikko, T., Liikenneympyrät - uusi tulevaisuus? Tie ja liikenne 88 - Luentopäivät 5.-6.10.1988. Suomen Tieyhdistys.
2. Almqvist, S., Tvåvägs- och fyrvägsstop. Fortsatta försök i Malmö. SÄKTRA, Bjärred 1988
3. Andelin P., Perusverkon eritasoliittymien liikenneturvallisuus. TVH, liikennetoimisto. Helsinki 1983.
4. Andersson, K. & Nilsson, G.: The effect on accidents of compulsory use of running lights during daylight in Sweden. VTI Rapport 208 A. Linköping 1981.
5. Angelegenhetsbedömning av väg- och gatubyggnadsobjekt. Del 3. Effektkatalog. Statens vägverk. Borlänge 1981
6. Brüde, U., Larsson, J., Trafiksäkerhetseffekt av LHOVRA-signaler. VTI meddelande 575. Linköping 1988.
7. Brüde, U., Larsson, J., Faktorer som för korsningar påverkar antal olyckor, olyckskvot och skadeföljd olyckskostnad. VTI PM en 21.6.1984. Rev. den 27.10.1986
8. Brüde, U., Larsson J., Förskjutna 3-vägs korsningar på landsbygd. VTI meddelande 544. Linköping 1987.
9. Cykel/knallerttaellinger før og efter anlaeg 10 cykelstier på hovedlandevejstræckninger. Vejdirektoratet. København 1983.
10. Cykel- och knallertuheld i landområder. Vejdirektoratet. København 1983.
11. Cykeltrafik i nordiske byer. Nordisk ministerråd. København 1982.
12. Den lätta trafikens ställning på landvägarna. Nordiska vägtekniska förbundet. 1980.
13. Effektkatalog. Sikkerhedmaessig effekt af vejtekniske foranstaltninger. Vejdirektoratet. København 1980.
14. Elvik, R., Utkast til reviderte kapitler om vegutforming og vegutstyr, Arbeidsdokument av 28.6.1988. Transportøkonomisk institutt, Oslo - Julkaisematon.
15. Environmentally Adapted Through Road in Vinderup. Road Directorate, Consequence Evaluation of Rapport 52. Herlev 1987.
16. Hakuli, K., Summala, H., Alhaisten nopeusrajoitusten ja töyssyjen vaikutus ajonepeuksiin asuntokaduilla. HY, liikenetutkimusyksikkö. Tutkimuksia 16. Helsinki 1989.
17. Hastighetsbegränsning 110 - 90. Jämförelse av olycksutveckling. Statens vägverk. TV 148. Borlänge 1981.
18. Hälvä, Hidaskadut. Teknillinen korkeakoulu, Maanmittaus- ja rakennustekniikan osasto. Espoo 1986.
19. Insinööritoimisto Pentti Polvinen Ky, Talvikelien onnettomuusriskit, TVH, Liikennetoimisto. Helsinki 1985
20. Insinööritoimisto Pentti Polvinen Ky, Talvisuolaus ja liikenneturvallisuus, TVH, Liikennetoimisto, Helsinki 1988.



21. Johannessen, S., Effektkatalog. Trafiksäkerhetseffekter av mindre veg- og trafik- tekniske tiltak i de nordiske land. Institutt for samferdselsteknikk, NTH. Emma-rapport 7. Trondheim 1982.
22. Jukka Pöyry. Tienkäyttäjien toiminta rautatien tasoristeyksissä. TKK. Otaniemi 1978.
23. Kallberg, V-P., Tien geometrian vaikutus ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksiin. VTT tiedotteita 158. Espoo 1982.
24. Kallberg, V-P., Onnettomuusriski kevyen liikenteen kannalta ongelmallisilla teillä. VTT, tiedotteita 872. Espoo 1988.
25. Kallberg, V-P., Beilinson L., Urautuneilla teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet liikennevahinkojen tutkijalautakuntien aineistoissa. VTT, tiedotteita 193. Espoo 1983.
26. Kallberg, Veli-Pekka ja Salusjärvi, Markku: Jalankulku- ja pyörätien vaikutus liikenneonnettomuuksiin. VTT tutkimus 58. Espoo 1982.
27. Kallberg, V-P., Kulmala, R., Roine, M., Pääteiden onnettomuuksien riippuvuus tie- ja liikenneteknisistä tekijöistä. VTT, tutkimuksia 488. Espoo 1987.
28. Kauniaisten kaupunki. 30 km/h aluerajoitus Kauniaisissa. Kauniaisten kaupunki, rakennusosasto. Kauniainen 1988.
29. Kestopäällysteen uusimisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. TVH 741985. Helsinki 1982.
30. Kestopäällysteen kuluneisuuden vaikutus liikenneonnettomuuksiin. VTT, Tie- ja liikennelaboratorio. Tutkimusraportti 391. Espoo 1983.
31. Kevyen liikenteen henkilövahinko-onnettomuudet yleisillä teillä. TVH 741917. Helsinki 1983.
32. Kevyen liikenteen risteämisyjärjestelyistä saatujen kokemusten. TVH/Liikennetoimisto. Viatek Oy. TVH 741935. Helsinki 1982.
33. Kevyen liikenteen järjestelyjen vaikutus liikenneturvallisuuteen. TVH/Liikennetoimisto. Helsinki 1978.
34. Kivelä, M., Lyly, S., Tien ominaisuuksien vaikutus liikenneturvallisuuteen. TKK. Otaniemi 1978.
35. Kroes, J., Donk, P., Kleins, S., An Evaluation of the External Effects of the Motorway Traffic Control System 1983
36. Kulmala, R., Kanavoitujen liittymien turvallisuus. Konfliktitutkimuksia kuudessa maantieliittymässä. VTT. Julkaistaan 1989
37. Kulmala, R., Pajunen, K., Kevyen liikenteen väylien konfliktitutkimuksia pääkaupunkiseudulla. VTT, tiedotteita 410. Espoo 1985.
38. Kulmala, R., Hyypiä M., Kiihdytyskaistojen vaikutus liikenteen sujuvuuteen eritasoliittymissä. VTT, tiedotteita 1. Espoo 1981.
39. Kulmala, R., Etuajo-oikeusjärjestelyjen vaikutukset Helsingissä - esitutkimus. VTT, Tutkimusraportti 461. Espoo 1985
40. Kulmala, Risto & Peltola, Harri: Pimeän ajan liikenneturvallisuus yleisillä teillä. VTT Tiedotteita 301. Espoo 1984.
41. Kulmala, R., Pajunen, K., Konfliktitutkimus Tuusulantien Korson liittymässä. VTT, tiedotteita 641. Espoo 1986.
42. Kulmala, R., Vihonen, S., Stop-merkin vaikutukset liikennekäyttäytymiseen ja -turvallisuuteen rautatien tasoristeyksissä. Liikenneturva. Helsinki 1984.
43. Kunnossapidon laatutasotutkimus. Yhteenvetoraportti. TVH, Kunnossapito-osasto. Viatek Oy. TVH 743940. Helsinki 1985.
44. Leden, L., Effekt av gatuutformning och reglering i tätort. Inledande studie främst av bilisternas trafiksäkerhet. VTT meddelanden 828. Esbo 1988.



45. Leden, L., Cyklande barns trafiksäkerhet. Inverkan av gatuutformning och reglering i tätort. LTH, Inst. för trafikteknik, bulletin 74. Lund 1988.
46. Leden, L., Peltola, H., Roine, M., Kuntien liikenneturvallisuuksien menetelmät. VTT, tiedotteita 939. Espoo 1989.
47. Leden, L., Effekt av gatuutformning och reglering i tätort. Inledande studie främst av bilisternas trafiksäkerhet. VTT, meddelanden 828. Esbo 1988.
48. Leden, L., Beilinson, L., Espoonlahden liikenneturvallisuus, seurantatutkimus. Osaraportti III. Liikenneturvan tutkimuksia 99/1988.
49. Leden, L., Andersson, K., Farthinder i bostadsområden. Trafik- och informationsbyrån, rapport nr. 4 Borlänge 1982.
50. Lehtimäki, Reima: Hirvet ja valkohäntäpeurat liikenteen vaarana. Liikenneturvan tutkimusosaston julkaisuja 46/1981. Helsinki 1981.
51. Lehtimäki, Reima: Tiedonanto sähkönauha- ja lippusiima-aidoista liikenteen ja hirvieläinten suojana. Liikenneturvan tutkimusosaston monisteita 34/1981. Helsinki 1981.
52. Lehtimäki, Reima: Aidat liikenteen ja hirvieläinten suojana. Lyhennelmä. Liikenneturvan tutkimusosaston monisteita 36/1981. Helsinki 1981.
53. Lehtimäki, Reima: Riistapeilit ja liikenne. Liikenneturvan tutkimusosaston monisteita 25/1978. Helsinki 1978.
54. Lehtimäki, Reima: Hirvionnettomuudet taustatekijöistä. Liikenneturvan tutkimusosaston monisteita 21/1977. Helsinki 1977.
55. Lehtimäki, Reima: Hirvi- ja valkohäntäpeuraonnettomuuksien perusselvitys. Liikenneturvan tutkimusosaston monisteita 19/1977. Helsinki 1977.
56. Liikennejärjestelyjen vaikutus liikenneturvallisuuteen, HKSV, Liikennesuunnitteluosasto. Julkaisuja LB : 7/84. Helsinki 1984
57. Melunauhakokeilu Suomessa vv. 1977 - 79. TVH, Liikennetoimisto. TVH 741980. Helsinki 1979.
58. Minirundkjöringer i Ålesund: For ag etterundersokelse. SINTEF rapport. Trondheim 1985.
59. Mäkinen Tapani: Kokeilu lasten liikenneympäristön kehittämiseksi. Pohjoismaisten tieteknillinen liitto. Helsinki 1981.
60. Nilsson, G.: Olyckskvot som trafiksäkerhetsmått. Olyckskvotens variation under olika väglags- och ljusförhållanden. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping 1976.
61. NTR, Viltolyckor. Seminarium den 7. januari 1987. Rapport 45. Linköping 1987.
62. Ojajärvi, M., Liikenneturvallisuus ja kunnossapito, TVH, Liikennetoimisto, 12.7.1988. Julkaisematon.
63. Olyckor i plankorsningen mellan väg och järnväg. Transportforskningdelegation. TFDS 1981:4. Tukholma 1984.
64. Onnettomuudet Helsingin liikennevaloissa. HKSV. Liikennesuunnitteluosasto. Julkaisu LB : 1/1985. Helsinki 1985.
65. Pettersson, H-E., Rumble strips, Geometrisk utformning och beteende -effekter, Statens väg- och trafikinstitut, rapport nr 80, Linköping 1976.
66. Pienet toimenpiteet liikenneturvallisuuden parantamiseksi. TVH. Helsinki 1985
67. Proceedings of Seminar P., Road Safety. PTRC 14th summer annual meeting, July 1986.



68. Proceedings of Seminar P., Traffic in Towns. PTRC 16th Summer Annual Meeting. September 1988.
69. Pysäköinnin vaikutukset taajamatiien liikenteeseen ja turvallisuuteen, VTT, tutkimusselostus 610. Espoo 1987.
70. Ragnarsson, G., Kostnader för avkörningsolyckor vid olika sidoutformningar. VTI rapport 345. Linköping 1989.
71. Reunapaalujen, taustamerkkien ja aurasviittojen vaikutus liikenneturvallisuuteen. TVH 741969. Helsinki
72. Risiko i vegkryss, Dokumentasjonsrapport. SINTEF rapport. STF 63 A 86011. Trondheim 1986
73. Ristola, T., Onnettomuuksien tapahtumispaikat eritasoliittymissä. Julkaisematon muistio. Espoo 1989.
74. Road Directorate, Consequence Evaluation of Vejdirektoratet, Effektvurdering af miljøprioriteret gennemfart i Skaerbaek. Rapport 63. Herlev 1988.
75. Rosti, O., Liikennevalojen toiminta-ajan pidentämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Julkaisematon muistio. Jyväskylä 1982.
76. Rundkjöringer. Nordisk Vegteknisk Forbund Utvalg 22, Rapport nr. 27/1984.
77. Sainio, H., Moottoriteillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet 1976 – 80. Helsinki 1981.
78. Salusjärvi, M., Nopeusrajoituskokeilut Suomen yleisillä teillä, VTT, tiedonanto 55. Espoo 1980.
79. Sarkkinen, S., Moottoriliikenneteiden turvallisuus. Julkaisematon
80. Schanderson, R., Trafiksäkerhet och vägytans egenskaper. VTI meddelande 594. Linköping 1989.
81. Schanderson, S., Vagräcken och trafiksäkerhet. VTI meddelande 463. Linköping 1985.
82. Schandersson, R., Effekten på trafikolyckor av några olika åtgärder i horisontalkurvor. Statens väg- och trafikinstitut. VTI meddelande 298. Linköping 1982.
83. Selvitystie-jaliikenneteknillisistä liikenneturvallisuuttaparantavista toimenpiteistä. TVH 2.358. Helsinki 1974
84. Soratien päällystämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tutkimusselostus 419. VTT Tie- ja liikennelaboratorio. Espoo 1984.
85. Spårbildningens inverkan på trafikens säkerhet. Statens väg- och trafikinstitut. Meddelande 139. 1979.
86. Stjernberg, J., Moottoriteiden liikenneturvallisuus – kirjallisuustutkimus sekä selvitys Suomen moottoriteiden liikenneonnettomuuksista. 1977.
87. T-liittymien liikenneturvallisuus. TVH 741989. Helsinki 1978
88. Tieliikenneonnettomuudet eri nopeusrajoitusten vaikutusalueilla 1984. TVH, Liikennetoimisto. Helsinki 1985
89. Tievalaistuksen osa-aikaisensammuttamisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. TVH 742 003. Helsinki 1978.
90. Tignor, S., Lindley, J., Accident rates on two-lane rural highways before and after resurfacing public roads. March 1981.
91. Thulin, H., Risker i trafiken för olika åldersgruppen och färdstätt. VTI rapport 209. Linköping 1981.
92. Trafikksikkerhetshåndbok. Transportøkonomisk institutt. Oslo 1982



93. Trafikkulykker og kjøreadferd på mørke og lyse vegdekker. Veglaboratoriet. Oslo 1982.
94. Trafiksäkerhet på motorvägar och motortrafikleden. Analys av olyckor 1972 – 1975. Del 2. Sammanfattning. Statens vägverk 1978 – 02. TU 134. Borlänge 1978.
95. Trafiksäkerhet och vägytans egenskaper, Litteraturinventering, Statens tekniska forskningscentral, Internrapport nr. 695. Esbo 1983.
96. Trafiksäkerhet och vägytans egenskaper, Statens tekniska forskningscentral, Internrapport nr. 717. Esbo 1989.
97. Trafiksäkerhetseffekten av reflektorer på snöstör. Statens vägverk. Meddelande TU 1980:8.
98. Trafiksäkerhetseffekten av kantstolpar. Statens vägverk. Meddelande TU 1980:7.
99. Trafiksäkerhetsverket, Cykeltrafikens säkerhet i korsningar –en kunskapsredovisning. Borlänge 1987.
100. Trafikuheld på danske motortrafikvej 1972 – 77. Vejdirektoratet 1978.
101. Tuominen, Pertti: Tievalaistuksen tarve. Diplomityö. TKK, Espoo 1982.
102. Tutkimus kevyen liikenteen väylien ja risteämisyjärjestelyjen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen. TVH. Helsinki 1977.
103. Törmäämisonnettomuudet tien rakenteisiin ja laitteisiin. VTT, tutkimusselostus 667. Espoo 1988.
104. Ulykker på vejstrækninger. Vejdirektoratet. København 1980.
105. Underlag för driftplaneringen, 3 effekter, service- och underhållsåtgärder, Statens vägverk, PO 17. Borlänge 1983.
106. Underlag för driftplaneringen. Del 4. Effekter. Förbättringsåtgärder. Statens vägverk. Borlänge 1983.
107. Urban Björketun, Samband mellan vägbeläggningar, väderlek och trafikolyckor 1977. VTI meddelande 317. Linköping 1982.
108. Utkast til reviderte kapitler om vegutformning og vegutstyr, Arbeidsdokument av 28.6.1988. Transportøkonomisk institutt, Oslo. Julkaisematon
109. Valaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen. TVH 742014. Helsinki 1978.
110. Vallitsevan sään ja liikenneonnettomuusriskin välinen riippuvuus. TVH 741972. Kehittämistoimisto Oy ERG Ab. Helsinki 1980.
111. Valta- ja kantateiden tasoliittymien turvallisuus. TVH 741941. Helsinki 1982.
112. Vejdirektoratet, Effektvurdering af miljøprioriteret gennemfart i Ugerlose. Rapport 75. Herlev 1988.
113. Viatek Oy, Selvitys nopeuden alentamiskeinoista taajamateillä. TVH, tiensuunnitteluosasto. Helsinki 1986.
114. Viatek Oy, Taajamien pääväylien liikenneturvallisuusselvitys, TVH, Suunnitteluosasto tutkimuskeskus, Helsinki 1989.
115. Viatek Oy, Tutkimus etuajo-oikeusjärjestelyjen liikenneturvallisuudesta. HKSV, julkaisu LB 5/86. Helsinki 1986
116. Viltolyckor. Trafikanter beteende och möjligheter att påverka detta. Transportforskningsdelegationen 1980:3
117. Viltolycksprojektet (VIOL). Slutrapport. Maj 1980. Statens vägverk 1980–05. TU 146. Borlänge 1981.
118. Vägkantreflektorer på snöstör. Statens vägverk. Vägsektionen (TV) 1976.10. Internrapport nr 15.
119. Vägverket, Viltstängsel, olika typers effekt och kostnad. TU meddelande 1985:2. Borlänge 1985.
120. Vägverket, Trafiksäkerhetseffekt av kantstolpar på smala vägar. Publ 1986:84

121. Vägverkets effektkatalog, 1989:16. Effektkatalog. Väg- och gatuinvesteringar. Publ 1989:16. Borlänge 1989.
122. Vägverkets effektkatalog 1986:23. Förbättringsåtgärder. Borlänge, Publ 1986:23.
123. Yleisen tien ja rautatien tasoristeyksiin asennettujen turvalaitteiden vaikutus tasoristeysonnettomuuksiin. TVH 742010. Helsinki 1978.
124. Yleisten teiden tasoliittymien liikenneturvallisuus. TVH 741977. Helsinki 1980
125. Y-Suunnittelu, Liikennevalojen ohjaustavan vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen. TVH, tiensuunnittelutoimisto. Helsinki 1986.
126. Zegeer, Deen, Mayes, Effect of Lane and Shoulder Widths on Accident Reduction on Rural, Two-Lane Roads. Transportation Research Record 806.
127. Zonen - Geschwindigkeits- Beschränkungen. Referate der Informationsveranstaltung der Bundesasphalt für Strassenwesen am 25. Februar 1988 in Bonn. Heft 66. Bonn 1988.



## MUU KIRJALLISUUS

128. Brandberg, V., Berring, K. & Ek, H., Klassificering av gatunät med avseende på oskyddade trafikanter:s säkerhet. Kjessler & Mannerstråle AB. Stockholm 1982.
129. Bröde, U. & Larsson, J., Samband vintertid mellan väderlek -väglag - trafikolyckor. Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 210. Linköping 1974.
130. Bång, K. L., Signalreglering och trafiksäkerhet, en före-efter studie. Stockholms gatukontor, rapport nr 14. Stockholm 1969.
131. Carlsson, G., Åtgärder mot snö- och ishalka; problemanalys, kunskapsöversikt och behov av FoV. Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 1982. Linköping 1979.
132. Cedersund, H-Å., Trafiksäkerheten på större trafikleder i tätort. VTT meddelande 172. Linköping 1979.
133. Cooper, D.R.C., Jordan, P.G., Young, J.C., The effect on traffic speeds of resurfacing a road. Transport and road research laboratory, department of the environment, department of transport, Supplementary report 571. Crowthorne 1980.
134. Effekter av driftåtgärder, en kortfattad lägeredovisning. Statens Vägverk. PP Meddelande Nr 11. Helsinki 1980.
135. Ekman, L., Fotgängares risker på markerat övergångsställe jämfört med andra korsningspunkter. Inst. för trafikteknik, Lunds tekniska högskola, Bulletin 76. Lund 1988.
136. Femårsplan drift 1982 - 86, del 1, verksamhetsplan. Statens Vägverk. Borlänge 1981.
137. Gunnarsson, O., Olsson, L., Trafikolyckor i tätort. 1. Analys av trafikolyckor i korsningar, Göteborg, 1971. 2. Analys av trafikolyckor före respektive efter signalreglering. 3. Prognosmodell för trafikolyckor i signalreglerade fyrvägs korsningar. CTH, SCAFT,
138. Hansson, A., Trafikolyckor i signalreglerade korsningar. Litteraturstudie och analys. Statens vägverk, TU 144. Borlänge 1980.
139. Herrstedt, L., Sikkerhed for cyklister og knallertkørere. Lyngby, Rådet for trafiksikkerhedsforskning, notat 5/1979.
140. Hoppe, G., H., The affect of all-red signal phasing on traffic accidents. Long Beach, California state university, masters thesis 13-9630 1977.
141. Kadunylityksen turvallisuus Helsingissä. HKSV, julkaisu LB 3/79. Helsinki 1979.
142. Kallberg, V-P., Beilinson, L., Urautuneilla teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet liikennevahinkojen tutkijalautakuntien aineistossa. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tiedotteita 193. Espoo 1983.
143. Kestopäällysteen kuluneisuuden vaikutus liikenneonnettomuuksiin. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tutkimuslause 391. Espoo 1983.
144. Kolcke, W., Einfluss auf die Verkehrssicherheit infolge nachts ausgeschalter Signalanlagen. Köln 1979.
145. Kray, J., Slop, M., Oppe, S., Safety of pedestrian crossing facilities. SWOV. Voorburg 1974.
146. Kunnossapitolitiikka ja liikenneturvallisuus. Tie- ja vesirakennushallitus, Kunnossapitotoimisto ja Liikennetoimisto, TVH 743011. Helsinki 1980.
147. Kymen tiemestaripiirien talviturvallisuus. Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto ja Kymen tie- ja vesirakennuspiiri (julkaisematon). Helsinki 1982.
148. Lahrman, H., Årsøe, T., Rundkorsler - trafiksikkerhed - geometrisk udformning - kapacitet, SSV. Naestved 1981.



149. Lawson, S., Descriptions and predictions of accidents on urban radial routes. Traffic engineering + control. June 1986.
150. Leden, L., Effekt av gatuutformning och reglering i tätort. Inledande studie främst av bilisternas trafiksäkerhet. VTT meddelanden 828. Esbo 1988.
151. Leden, L., Effekt av gatuutformning och reglering i tätort. Inledande studie främst av bilisternas trafiksäkerhet. VTT meddelande 828. Esbo 1988.
152. Lie, D-A., Salting och olykker. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet. Oslo 1981.
153. Liikenneturvallisuuden ja kunnossapidon esitutkimus. Tie- ja vesirakennushallitus, Käyttöosasto, Viatek Oy, TVH 742001. Helsinki 1978.
154. Liikenneturvallisuus yleisillä teillä. Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto, TVH 741952. Helsinki 1982.
155. Linderholm, L., Signalreglerande korsningars funktion och olycksrisk för oskyddade trafikanter. Delrapport 2: Gående. Inst. för trafikteknik, LTH, Bulletin 71. Lund 1987.
156. Linderoth, U., Samband mellan vägyta och rehasstighet. Etapp 1. Beläggningsunderhåll på hårt slitna vägar. Statens väg- och trafikinstitut, meddelande 273. Linköping 1981.
157. Lipponen, J., Liittymien kanavoinnin ja tehostetun kunnossapidon vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tie- ja vesirakennushallitus, Tiesuunnitteluosasto, TVH 2.632. Helsinki 1975.
158. Miller, M.M., Johnson, H.D., Effect of resistance to skidding on accidents: surface dressing on elevated section of M4 motorway. Transport and road research laboratory, department of the environment. TRRL report LR 542. Crowthorne 1973.
159. Mitä maksaa? Tienpitotoimenpiteiden kustannuksia vuonna 1989. TVH/Suunnitteluosasto. Tutkimuskeskus. Helsinki 1989
160. Moore, S., Lowrie, P., Further on the effects of co-ordinated traffic signal systems on traffic accidents. AARB Proceedings, Vol 8, session 26. 1976.
161. Müller, P., Standards von Umgebungsstrassen. Strassenverkehrstechnik 3/1988, s. 91 - 94.
162. Nilsson, G., Olyckskvot som trafiksäkerhetsmått. Olyckskvotens variation under olika väglags- och ljusförhållanden. Statens väg- och trafikinstitut, Rapport nr 73. Linköping 1976.
163. Nilsson, G., Vintertrafikproblem. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping 1980.
164. Nuotio, J. & Salminen, J., Kestopäällysteen uusimisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto, TVH 741985. Helsinki 1982.
165. Ohituskaistojen suunnittelu. TVH 723843. Helsinki 1985.
166. Olycksreducerande åtgärder i tätort en före / efterstudie. Statens vägverk. PP meddelande nr. 19. Borlänge 1981.
167. Peltola, Harri: Liikenteen ja muiden toimintojen turvallisuuden vertailu. VTT Tiedotteita 177. Espoo 1983.
168. Pfefer, R., Sorton, A., Fegan, J., Rosenbaum, M., Bicycle and Pedestrian Ways. FHWA-TS-82-233. Synthesis of safety research related to traffic control and roadway elements. Washington 1982.
169. Ragnarsson, G., Trafiksäkerhet på spåriga vägar. Simulering i dator av spårs betydelse vid vinterväglag. Statens väg- och trafikinstitut, meddelande 461. Linköping 1985.
170. Raportti liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista liikennevahingoista vuosina 1980 ja 1981. Liikennevakuutusyhdistys, Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoiminta - VALT. Helsinki 1982.
171. Retzko, H.- G. & Häckelmann, P., Latente Gefahren für Fussgänger an Lichtsignalanlagen. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 23. Darmstadt 1977.
172. Risiko på norske riksveger. Transportökonomisk institutt. Oslo 1985.
173. Roine, M. Laskelma talvihoitotoimenpiteiden teoreettisesta suurimmasta vaikutuksesta turvallisuuteen. Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto. Helsinki 1982.



174. Sauna-aho, J., Hirvonen, S., Kosonen, I., Lehtonen, H., Rosti, O. & Smeds, O., Modellstudie över cykeltrafiken i Jyväskylä. N.Ä.T, Arbersgrupp för cykeltrafik. Helsingfors 1981.
175. Schanderson, R., Trafiksäkerhet på spåriga vägar. Simulering i dator av fordonsrörelser. Statens väg- och trafikinstitut, meddelande 300. Linköping 1983.
176. Schoene, G., Michael, H., Effects of a change in the control device on intersection accidents. Purdue university, joint highway research project. 1968.
177. Solomon, D., Traffic signals and accidents in Michigan. Public roads. 1959.
178. Talvikeli onnettomuusriskit II. Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto, Kunnos-  
sakitotoimisto, Insinööritoimisto Pentti Polvinen Ky. TVH 741843. Helsinki 1987.
179. Talvitie, A., Ikonen, J., Moottoriteiden ympäristö-, talous- ja turvallisuusvaikutuksesta. Kesätiepäivät 1987.
180. Taubmann, A., Unfallgeschehen innerhalb bebauter Gebiete in Abhängigkeit von  
Strassen- und Verkehrsbedingungen. Veröffentlichungen des Institutes für Strassenbau  
und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe, Heft 34. Karlsruhe 1987.
181. Tietoja yleisistä teistä 1.1.1985. TVH 713233. Helsinki 1985.
182. Trafikantes skaderisiko i bytrafikk. Transportökonomisk institutt. Oslo 1980.
183. Tromp, J.P.M., Doornekamp, J., Bos, J.M.J., Wegdekstroefheid en verkeersongevallen.  
Stichting wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid SWOV, report no R-84.19.  
Leidschendam 1984.
184. Vintervägservicens utformning – speciellt under beaktande av användning av dubbdäck.  
Statens Vägverk. Stockholm 1974.
185. Vodahl, S., Giaever, T., Risiko ved fotgjengerkryssninger. SINTEF, rapport STF 63 A  
86025. Trondheim 1986.
186. Westman, K., Cedersund, H-Å., Trafiksäkerhet i olika trafikmiljöer i tätort. VTI med-  
delande 497. Linköping 1986.
187. Williams, M., Effects of converting a zebra crossing. TRRL, Supplementary report 830.  
Crowthorne 1984.
188. Yleisillä teillä tapahtuneet onnettomuudet 1984. TVH 742634-84. Helsinki 1985
189. Zibuschka, F., Versuch einer Abschätzung des Unfallrisikos unter teilt nach Strassen  
arten. Inst. Geotech. Univ. Bodenkult. Mitteilung 9/1983. Wien 1983.
190. Ornes, A., Trafikksikkerhetseffekter av gang- og sykkelveger. NTH, Trondheim 1981.
191. Öberg, G., Försök med osaltade vägar vintern 1980/81. Bilisternas hastighetsanpassning  
till olika väglags- och trafikinstitut, meddelande 301. Linköping 1982.
192. Öberg, G., Effekter av snädning. Statens trafikinstitut, Rapport nr 164. Linköping 1978.
193. Öberg, G., Friktion och reastighet på vägar med olika vinterväghållning. Statens väg-  
och trafikinstitut, rapport nr 218. Linköping 1981.

**Tietoimenpiteiden vaikutus liikenneturvallisuuteen  
taajamien ulkopuolella (Effektkatalog 1989:16)**

Toimenpide	Vaikutuksen kohde	Onnettomuuksien arvioitu väheneminen (%)
<b>Tielinja:</b>		
Tien leventäminen	kaikki onn.	5-20
Suuntauksen parantaminen	- " -	10-50
Mäkisyyden vähentäminen	- " -	0-20
Näkemien raivaus ja tasaus	- " -	5-15
Ryömimiskaista	- " -	15-30
Keskikaide	kohtaamisonn.	50-75
Reunakaide	suistumisonn.	20-40
Riista-aita	hirvieläinonn.	80
Tievalaistus	pimeään ajan onn.	15-30
Reunapaalut, aurasviitat	kaikki onn.	1-5
Hätäpuhelinverkko	kuolleiden määrä	2
Nopeusrajoituksen alentaminen	kaikki onn.	20
<b>4-haaraliittymä:</b>		
Eritasoliittymän rakentaminen	kaikki onn.	75
"LHOVRA"-valo-ohjaus	- " -	30-50
Kiertoliittymän rakentaminen	- " -	40-70
Muutt. kahdeksi 3-haaraliitt.	- " -	30
Pääsuunnan kanavointi	- " -	10-20
Tievalaistus	pimeään ajan onn.	5-10
Sivusuunnan kanavointi	kaikki onn.	10
Paikallinen nopeusrajoitus	- " -	10-15
<b>3-haaraliittymä:</b>		
Eritasoliittymän rakentaminen	kaikki onn.	10-30
"LHOVRA"-valo-ohjaus	- " -	10-20
Kiertoliittymän rakentaminen	- " -	30-50
Pääsuunnan kanavointi	- " -	15-30
Tievalaistus	pimeään ajan onn.	5-10
Sivusuunnan kanavointi	kaikki onn.	0
Paikallinen nopeusrajoitus	- " -	10-15



**Tienpitotoimenpiteiden vaikutus liikenneturvallisuuteen**  
( Elvik 1988 )

Toimenpide	Toimenpiteen/ vaikutuksen kohde	Vaikutuksen suuruus/onn. vähenemä (%)	Tehtyjen tutkimusten lukumäärä	Tutkimus- tulosten yhtäpitävyys	Vaikutus- arvion luotettavuus
Jalankulku- ja pyörätie	Polkupyöräonn. Jalankulkijaonn. Muut onnettomuudet	- 30-50% - 20-40% -	4 2 1	Hyvä Huono -	Hyvä Huono Hyvä
Moottoritie	Onnettomuusaste ( kaikki onn. )	n.1/3 maanteiden onn.asteesta	4	Hyvä	Hyvä
Ohikulkutie	Vanhan ja uuden tien onnettomuudet	- 30-40%	4	Hyvä	Hyvä
Taajamien sisääntulo- ja pääväylät	Onnettomuusaste ( kaikki onn. )	n.1/3 taajamatei- den onn.asteesta	2	Hyvä	Hyvä
Liittymän kanavointi	A. Sivusuunnassa T-liittymä X-liittymä B. Pääsuunnassa T-liittymä X-liittymä C. Molemmissa T-liittymä X-liittymä	-40 - +30% - 25-50% - 0-40% - 25-60% - 0-20% - 25-60%	4 7 2 5 1 2	Huono Hyvä Hyvä Hyvä - Hyvä	Huono Keskinkert. Keskinkert. Keskinkert. Huono Huono
Kiertoliittymä	Risteämisonn.	- 20-40%	5	Hyvä	Keskinkert.
Liittymän geometrian parantaminen	Risteämisonn.	- 20-40%	2	Hyvä	Keskinkert.
X-liittymän muuttaminen kahdeksi T-liittymäksi		- 0-20%	2	Hyvä	Keskinkert.
Eritasoliittymä		Ei tiedossa	0	-	Ei tiedossa
Tien poikkileikkauksen parantaminen	A. Ajoradan lev. -Linjaonn. B. Pääll. piennar -Linjaonn. C. Ohituskaisa -Linjaonn. D. Keskikaista -Linjaonn. E. Tien ympäristön pehmentäminen -Hvj-suistumisonn.	4m -> 12m - 25-35% 0m -> 2m - 5-20% - 0-20% - 30-50% - 40-50%	9 2 1 4 1	Hyvä Hyvä - Hyvä -	Keskinkert. Keskinkert. Keskinkert. Hyvä Keskinkert.

Toimenpide	Toimenpiteen/ vaikutuksen kohde	Vaikutuksen suuruus/onn. vähenemä (%)	Tehtyjen tutkimusten lukumäärä	Tutkimus- tulosten yhtäpitävyys	Vaikutus- arvion luotettavuus
Tien geometrian parantaminen	A. Kaarteiden oikaisu	$\phi < 200m \rightarrow$ - 10-50%	5	Hyvä	Keskinkert.
	B. Mäkisyyden poistaminen	- 0-20%	4	Hyvä	Keskinkert.
	C. Näkemien parant.	- 25-50%	2	Hyvä	Keskinkert
	D. Hyvä vs. huono geometria	- 20-40%	2	Hyvä	Keskinkert
Suojakaide	Onnett. seuraukset	- 10-20%	3	Hyvä	Hyvä
Hirvieläinonnetto- muuksien torjunta	A. Hirvipeilit	Ei vaikutusta	2	Hyvä	Hyvä
	B. Riista-aita	- 20-40%	2	Huono	Keskinkert.
	C. Tienv. raivaus	- 20-30%	1	-	Hyvä
	D. Varoitustaulut	Vähäinen	1	-	Huono
	E. Tiedotustoiminta	Vähäinen	1	-	Huono
	F. Eläinkannan paikall- linen vähentäminen	Vähäinen	1	-	Huono
Päällysteen kitkaomi- naisuuksien parantam.	A. Yleensä	+ 0-10%	2	Hyvä	Keskinkert
	B. Hyväkitkainen pääll.				
	-Kuiva tie taaj.ulkop.	+ 0-10%	2	Hyvä	Keskinkert
	-Märkä tie taaj.ulkop.	- 15-25%	2	Hyvä	Keskinkert
	-Kuiva tie taajamassa	- 15-25%	3	Hyvä	Hyvä
	-Märkä tie taajamassa	- 40-50%	3	Hyvä	Hyvä
Tievalaistus	Pimeän ajan onn.				
	A. Yleensä	- 25-35%	16	Hyvä	Hyvä
	-Tielinjalla	- 20-40%	11	Hyvä	Hyvä
	-Liittymissä	- 20-40%	6	Hyvä	Hyvä
	-Suojateilla	- 30-60%	3	Hyvä	Hyvä
	B. Val. parantaminen	- 10-30%	4	Hyvä	Keskinkert.
	C. Val. vähentäminen	+ 0-10%	3	Hyvä	Keskinkert.
	D. Myötäävät valaisinpylväät	Vam.aste - 60-80%	1	-	Keskinkert
Linja-autoliikenteen turv. parantaminen	A. Pysäkkien sijoitt.	Ei tiedossa			
	B. Pysäkkilevitys	- 15-20%	1	-	Huono
	C. Joukkoliikennekaista	- 25-50%	2	Hyvä	Keskinkert.
Liukkaudentorjunta	A. Auras	Ei tiedossa			Ei tiedossa
	B. Hiekoitus	Vähäinen	1	-	Hyvä
	C. Suolaus	- 0-20%	6	Hyvä	Hyvä
	D. Varoitukset	Ei vaikutusta	1	-	Keskinkert.
	E. Yleensä	- 0-10%	1	-	Huono
Lumivyöryesteet ja tunnelit	A. Lumivyöryesteet	Ei tiedossa	-	-	Ei tiedossa
	B. Tunnelit,onn.aste	Kuten päivänval.	1	-	Keskinkert.
	C. Tunneli- parannustoimenpit.	Ei tiedossa	-	-	Ei tiedossa



**Tienpitotoimenpiteiden vaikutus liikenneturvallisuuteen**  
(Barbaresso ym., 1982)

Toimenpide	Onnettomuuksien vähenemä (%) onnettomuustyypeittäin ( "-" = onnettomuuksien oletetaan lisääntyvän )					
	ajo rist. ajosuunt. suoraan	käänt. vasem.	perään- ajo- onnett.	kohtaam. onnett.	kylki- kosketus	pysäköinti- onnettomuus
<b>LIIKENTEEEN OHJAUS:</b>						
Valo-ohjauksen asentaminen	50		- 50			
Oma vaihe vasemmalle kääntyjille						
-ryhmityskaistalla		70	20	10	20	
-ilman ryhmityskaistaa		40				
Vasemmalle kääntymisen kieltäminen		90	30			
Punaista päin oik. käänt. kieltäminen	30		20		20	
Korkeammat valo-ohjauspylväät	10	10	20	10	10	
Valo-ohjauksen ajoituksen parantaminen	10	10	20			
Liikenne-ohjauksinen valo-ohjaus	10	80	- 50		20	
Suuremmat valo-opasteet (φ12")			10			
Valo-ohjauksen ennako-valo-opasteet	30		30	10		
Valo-ohjauksen poistaminen	- 30	- 10	90			
Korkeammat liikennemerkipylväät	10	10	10	10	10	10
Kaartenvaroitukset				20	20	
Pysähtymiskohde sivutieltä tultaessa	50	30	- 20	10		
Pakollinen pysähtyminen	70	50	- 50	30		
Ajoradan yläpuoliset ryhmitysmerkit			10		20	
Muut ajoradan yläpuoliset liikennemerkit	20	20	20			
Kärkikolmio	30	20	- 20			
Liittymän ennako- ja -varoitukset	20	10	20	10		
Ajoradan keskiviiva				20	30	
Keltainen sulkuviiva				30	30	
Korotetut, heijastavat ajoratamaalaukset				20	20	
<b>KANAVOINTIJÄRJESTELYT:</b>						
Ryhmityskaista vasemmalle						
-erill. valo-ohjausvaihe vas. kääntyjille		70	20	10	20	
-ilman omaa valo-ohjausvaihetta		50	20	10	20	
Ryhmityskaista oikealle, hidastuskaista			20		10	
Liittymän ohituskaista			30			
Oma yhtenäinen ajokaista vas. kääntyjille		30	50	20	30	
Kiihdytyskaistan ja -kiilan pidentäminen			30	10	30	
Keskikaista ja -kaide		50		50	30	
<b>MUUTA:</b>						
Kadunvarsipysäköinnin kieltäminen	10		10		30	90
Tonttiliittymien parantaminen	10		10			20
Ajoradan levenyttäminen		10		20	50	30
Pientareen levenyttäminen				10	10	30
Päällysteen uusiminen			10	10	10	10
Ajoradan liukkauden vähentäminen	10		40	10	10	10
Suuntauksen parantaminen				20	20	
Mäkisyyden vähentäminen				20	20	
Tievalaistus	10		10	10	10	
Ajoradan kallistuksen parantaminen				20	20	
Liittymän kaarresäteiden suurentaminen	10		20		10	10
Näkyvyyden parantaminen liittymissä	30	10		10	10	10
Sillan levenyttäminen				40	40	
Liittymän tulohaaran päällystäminen	10		20			